潘品英 等编著

电机绕组端面模拟彩图总集 第一分册

三相常规系列电动机·高压电动机

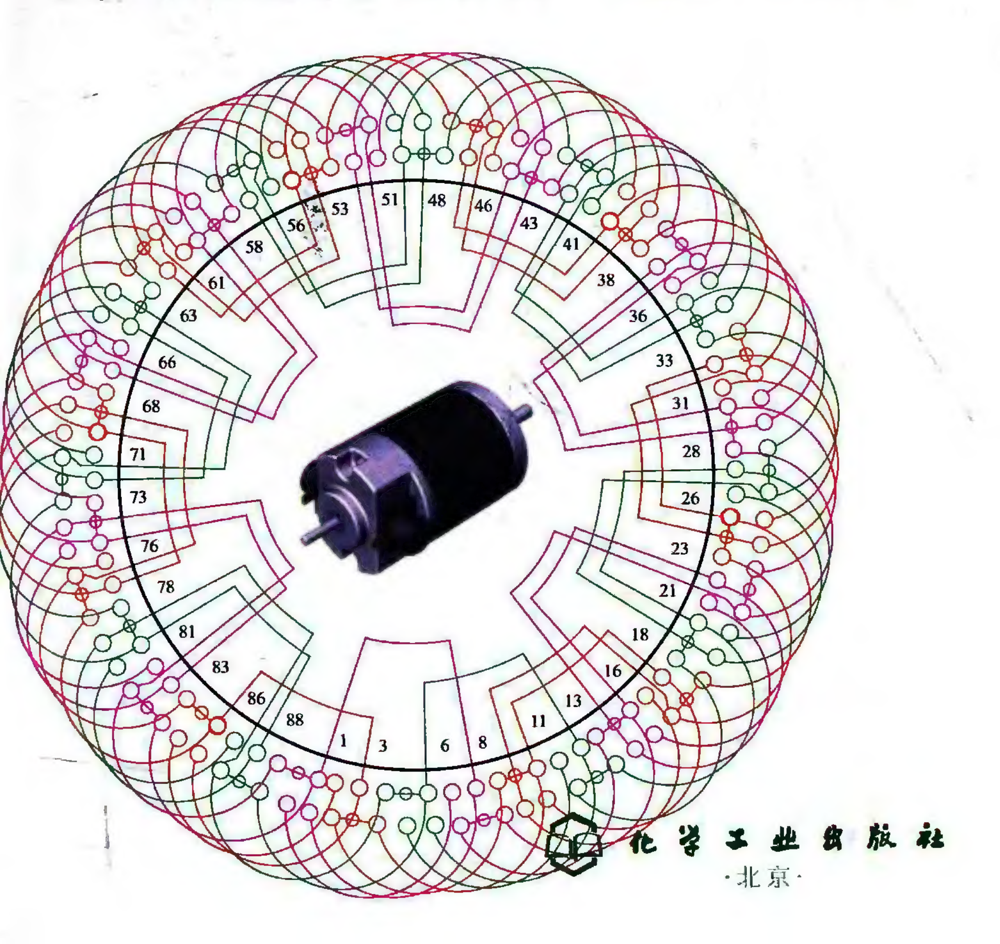


化学工业出版社

潘品英　等编著

电机绕组端面模拟彩图总集 第一分册

三相常规系列电动机 · 高压电动机



化学工业出版社
·北京·

图书在版编目（CIP）数据

电机绕组端面模拟彩图总集. 第一分册，三相常规系列电动机 · 高压电动机/潘品英等编著. —北京：化学工业出版社，2015. 10
ISBN 978-7-122-24795-7

Ⅰ. ①电… Ⅱ. ①潘… Ⅲ. ①电动机-绕组-图集 Ⅳ. ①TM303. 1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 176923 号

责任编辑：高墨荣
责任校对：边　涛　　　　装帧设计：张辉

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号　邮政编码 100011）
印　　装：北京画中画印刷有限公司
880mm×1230mm　1/32　印张 18　字数 563 千字
2016 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686）　售后服务：010-64518899
网　　址：http://www.cip.com.cn
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定　　价：88.00 元

编写人员名单

王少平　王耀华　王亚男　陈　居　陈玉娥
苏小波　苏自强　阮群英　招才万　庞采连
章国强　黎川可　谭丙堃　潘玉景　潘品英



前　言

电机绕组端面模拟画法是笔者原创于二十世纪八十年代末，并首用于 1993 年出版的《家用及中小型电动机重绕修理》一书，后又扩编为《电动机绕组布线接线彩色图集》。历经二十余年数次增订改进，致使画法未能划一而存不足，故今趁改编之际，特对原图重新绘制、增编，以求尽善。

模拟画法是从电机绕组进（接）线端部视向，模仿绕组的布接线型式、线圈有效边的分布层次，以及绕组接线布局状况，并配以黄、绿、红三色线条分相，绘制成一种新颖的电机绕组图。因其表现形式与电机绕组实物形象贴切，所以深得广大读者认可，同时也使得众多著作者模仿。

为便于读者看懂模拟图，特作说明如下。

（1）图中小圆代表定子铁芯槽位及线圈的有效边；因此，单层线圈每槽用单圆表示；双层线圈则用上下两个小圆表示。

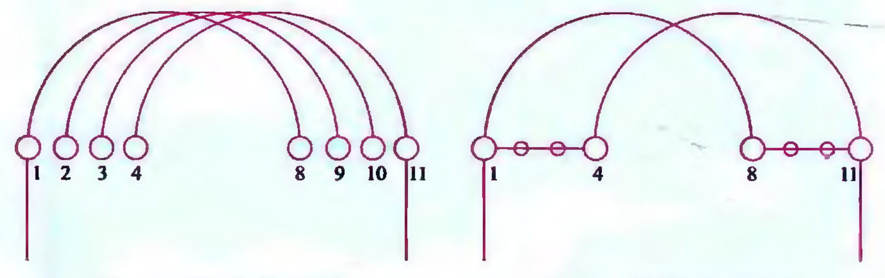
（2）端面模拟图用两小圆和连接小圆的弧线代表一只线圈。

（3）线圈组是由几只线圈顺向串联而成，端面模拟画法如图（a）所示；对叠式布线的线圈组则采用改进后的画法如图（b）所示。

（4）图例嵌线表中，双层布线时，先嵌入槽底者为“下层”边，后嵌于面者称“上层”边。单层布线无上下层之分，特将每线圈的先嵌边称“沉边”，后嵌于面的端部称“浮边”。

（5）电机产品除部颁标准，还有上海标准，而各地区也有适应当地发展的标准；就 JO2 系列而言就有七种大同小异的规格。而图例所指的应用实例取自不同版本，所以，举例的型号与所修电机可能会有

出入。



图（a） 端面图的线圈组　　图（b） 改进后的线圈组

《电机绕组端面模拟彩图总集》共分四个分册，本书为第一分册，内容主要包括国产常规（380V）系列电动机和高压电动机。目前，国产系列已发展到Y2、Y3，但老系列仍在运行，故本书也应修理者需求而收入以往生产的系列电机。由于绕组图例量大，在编排上以特定槽数类型为章，再以相应槽数、极数为节，而每节之内则按双层叠式、单层叠式、单层链式、单层同心式以及单层交叉式等先后排序，以便翻阅查找。另外，单层同心交叉式、双层链式、双层同心式、单双层混合式及三相正弦等绕组，也时有在电机产品中采用，但未见普及，故将其移至特种另册。

此外，时有读者询及高压电机绕组。其实，三相电机绕组并无高低压之分，不同的仅是绝缘材料规范和工艺要求差别而已。不过确有部分绕组仅见用于高压电机，因此本书特将高压电机绕组从系列中分离出来，独立成章，以便修理时选用。

本书分为4章19节，收入三相高低压电动机绕组共计271例，供读者修理时参考。此书重编过程，幸获各位编者通力合作得以完成，在此谨表感谢。然编者水平所限，谬误难免，如书中有不妥之处，敬请读者批评指正。

编著者

目　录

第1章

三相高压异步电动机常用绕组

本章专述三相高压电动机常用的绕组型式。目前，国产三相高压电机电压等级主要是6kV和10kV，早期也有部分沿用3kV的旧制，但当前3kV电压已不是正规的电压等级，而原有的3kV电动机除个别仍有在用外，大部分都已通过修理而改制为6kV电压级。这样既可减少变压器配置，并使输电线路简化，同时提高电压后输电损失也会相应减少而利于节能。

国产三相高压电动机型号主要有JS、JR、JRQ、JK（JK1）以及Y、YR系列中的部分6kV产品；主要使用于空气压缩机、破碎机、大型运输机、水泵及大型风机等机械设备作为动力。虽然高压电动机绕组与常规（低压）系列并无原则区别，而且可说其绕组型式是通用的，但是，高压电机通常都制成大中型，其定子铁芯较大，根据电磁原理其线圈匝数要比常规系列电机少很多，所以，一般高压电动机常用一路串联接法，只有少量3kV电机采用二路并联，更多并联路数很难在高压电机中用到。但是对于低压电机在相同大功率之下，其额定电流很大，导线截面也很大，需要很多根导线并绕，这时势必影响线圈排绕并增加接线困难。所以，常要通过多路并联以减少并绕根数。因此，相对而言，低压电机除小功率电机外，很少用一路串联绕组，从而使某些一路接法几乎成为高压电机所专有。根据资料查得，目前高压电动机常用的绕组约20余例，为便于归纳编排特将其分为中型和大型两部分。然而，按习惯常以电机功率或机座划分，但若极数不同时很难界定，不便读者查阅，所以本书将定子72槽及以上者划归大型；而60槽及以下者为中型。以上划分仅为便于本章编排而定的原则，并无意对其作出分类的定义。

此外，高压电动机有Y形或△形两种接法，但无需如低压电机那样变换星角接法，所以，通常都是用三根引出线。如若依此绘制，则同一绕组就要用两个例图，显然徒费篇幅。为此，本章绕组仍以引出6根出线绘制，读者所修的高压电机只有3根引出线时，若是Y形接法，则在接线时把U2、V2、W2接成星点不作引出；若是△形接法，便在接线时分别将U1与W2、V1与U2、W1与V2连接成△形，然后引出U1、V1、W1 3根出线便可。

1.1 中型三相高压电动机绕组端面布接线图

本节介绍中型高压电动机绕组，所谓“中型”是指定子 60 槽及以下，包括 36 槽、48 槽、54 槽及 60 槽定子的三相高压电动机，共计 11 例，用潘氏画法绘制成端面布接线图，供修理者参考。

1.1.1 36 槽 2 极（$y=10$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式（超短距）布线*

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=6$　并联路数 $a=1$
电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=6$　线圈节距 $y=10$
分布系数 $K_d=0.956$　节距系数 $K_p=0.766$
总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=18$　绕组系数 $K_{dp}=0.732$
线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=10°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

一般电动机绕组节距常选 $(4/5\sim6/7)\tau$，其缩短槽数通常都在 q 槽以内，这时已能在合理的经济指标下有效地削减谐波分量；而本例为使磁场分布均匀，减少电磁引起的振动和噪声，不惜缩短节距大于 q 值以拓宽极面，构成超短距的特殊绕组型式。此绕组在常规系列电动机中未见实例，主要应用于 JK-122-2、JK1-113-2 等中大型高速电动机。由于这种电动机转子质量大，转速高，为避免启动和运行时产生振噪，故把两极极面拓展，使之运行时能有稳静的效果。此外，由于线圈节距超短而绕组系数很低，使绕组匝数相应增加而用铜量也随之增加。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见表 1-1。

表 1-1　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26		25		24		23	
	上层												36		35		34		33
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	22		21		20		19		18		17		16		15		14	
	上层		32		31		30		29		28		27		26		25		24
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	13		12		11		10		9		8		7		6		5	
	上层		23		22		21		20		19		18		17		16		15

续表

嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-1 所示。

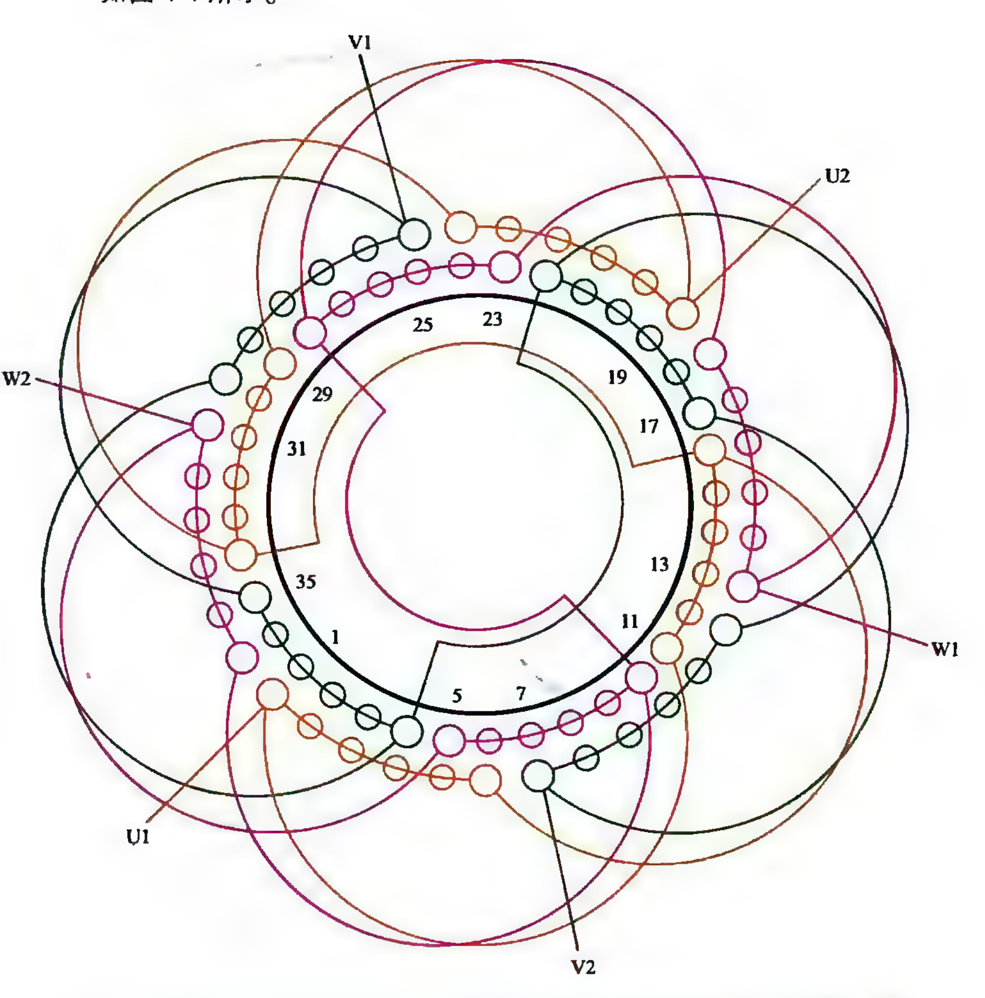


图 1-1　36 槽 2 极（$y=10$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式（超短距）布线

说明：① 带“*”号标题是标注“标题解释”的图例。

② 本例标题解释见下例。

1.1.2 36槽2极（$y=10$、$a=2$）三相高压电动机绕组双层叠式（超短距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=6$ 并联路数 $a=2$
电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=6$ 线圈节距 $y=10$
分布系数 $K_d=0.956$ 节距系数 $K_p=0.766$
总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=18$ 绕组系数 $K_{dp}=0.732$
线圈组数 $u=6$ 每槽电角 $\alpha=10°$ 出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组与上例型式相同，属于超短距布线，但采用二路并联，每相的两组线圈各自为一支路，将两组反向并联，即一组的头与另一组的尾并接在一起，故具有接线简单、短捷的特点。本绕组也是专为大功率高速电动机所设计，即属于高压电动机所专有。主要应用实例如JK1-123-2、JK2-111-2等。

（3）绕组嵌线方法

本例嵌线采用交叠法，吊边数为10，嵌至第11只线圈边即可整嵌，最后把原吊起的线圈边依次嵌入相应槽的上层。嵌线顺序见表1-2。

表1-2 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26		25		24		23	
	上层												36		35		34		33
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	22		21		20		19		18		17		16		15		14	
	上层		32		31		30		29		28		27		26		25		24
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	13		12		11		10		9		8		7		6		5	
	上层		23		22		21		20		19		18		17		16		15
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-2 所示。

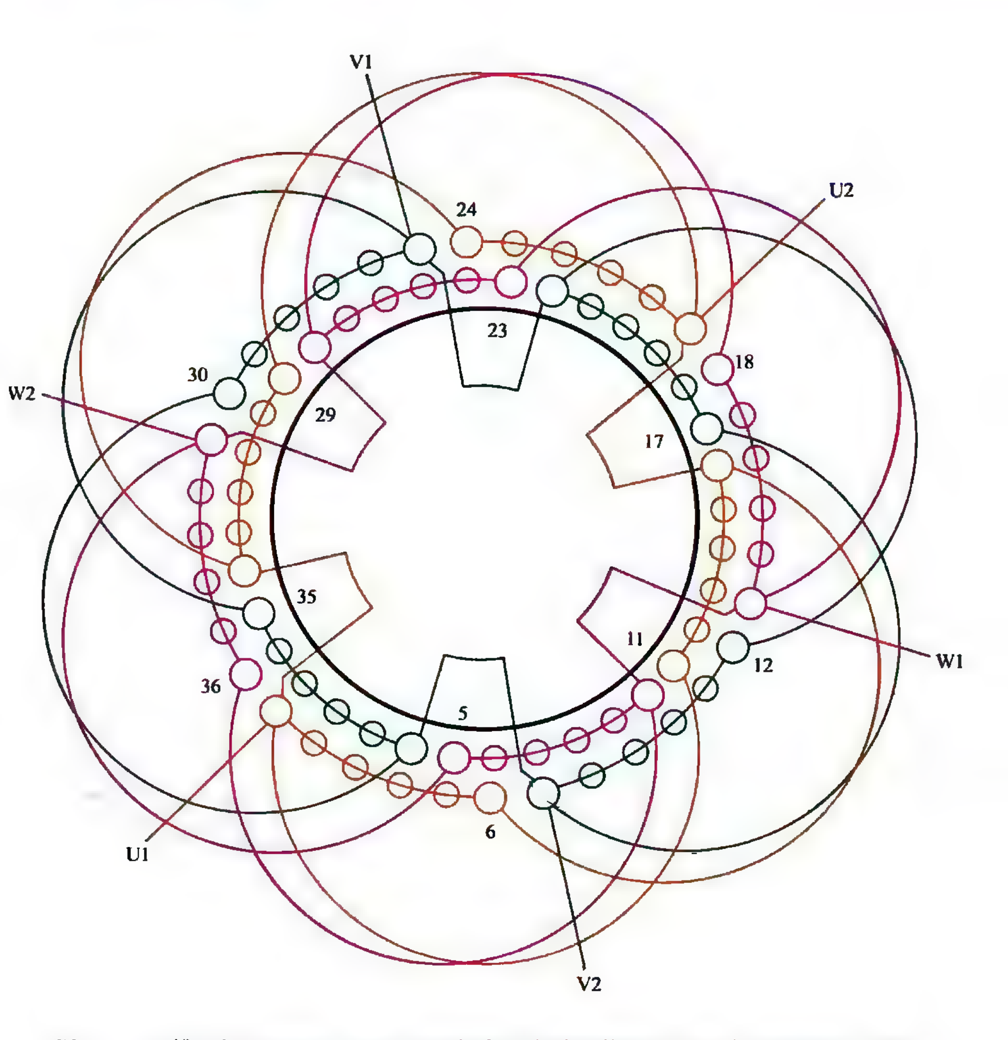


图 1-2 36 槽 2 极（$y=10$、$a=2$）三相高压电动机绕组双层叠式（超短距）布线

注：标题解释——本章高压电机绕组采用双层叠式布线。所谓双层是指每槽置有上、下两个有效边。其主要特征是每只线圈两有效边分置于跨节距槽的上、下层，而总线圈数等于槽数（$Q=Z$）。每组圈数则等于极相槽数（$S=q$）。本例和上例都是 36 槽 2 极，线圈节距 $y=10$，不同的是并联支路数 a。此外，本例绕组较之常规之处是“超短距”，即 $y<\tau-q$ 如本例 $y=10<18-6=12$ 槽，故属于“超短距”。以下凡双层叠式（超短距）布线皆同此解释。

1.1.3 48槽2极（$y=10$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式（超短距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　电机极数 $2p=2$

总线圈数 $Q=48$　　线圈组数 $u=6$

每组圈数 $S=8$　　极相槽数 $q=8$

绕组极距 $\tau=24$　　线圈节距 $y=10$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=7.5°$

分布系数 $K_d=0.956$　　节距系数 $K_p=0.609$

绕组系数 $K_{dp}=0.582$　　出线根数 $c=6$

(2)绕组布接线特点及应用举例

本例是一路串联接线、显极布线。为了电动机启动和运行不致引起过大振噪，本绕组选用了极短的线圈节距以拓宽定子的极面，故绕组节距系数极低，从而直接影响电动机绕组系数，使之 K_{dp} 仅为 0.582。由此而导致绕组匝数大幅增加，铜损也随之增加，同时使整机的用铜量也增加。此绕组取自 JK-123-2 型高速异步电动机。

(3)绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见表 1-3。

表 1-3　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38		37		36		35	
	上层												48		47		46		45
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	34		33		32		31		30		29		28		27		26	
	上层		44		43		42		41		40		39		38		37		36
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	25		24		23		22		21		20		19		18		17	
	上层		35		34		33		32		31		30		29		28		27
嵌绕次序		55	56	……		83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	16		……		2		1											
	上层		26	……			12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-3 所示。

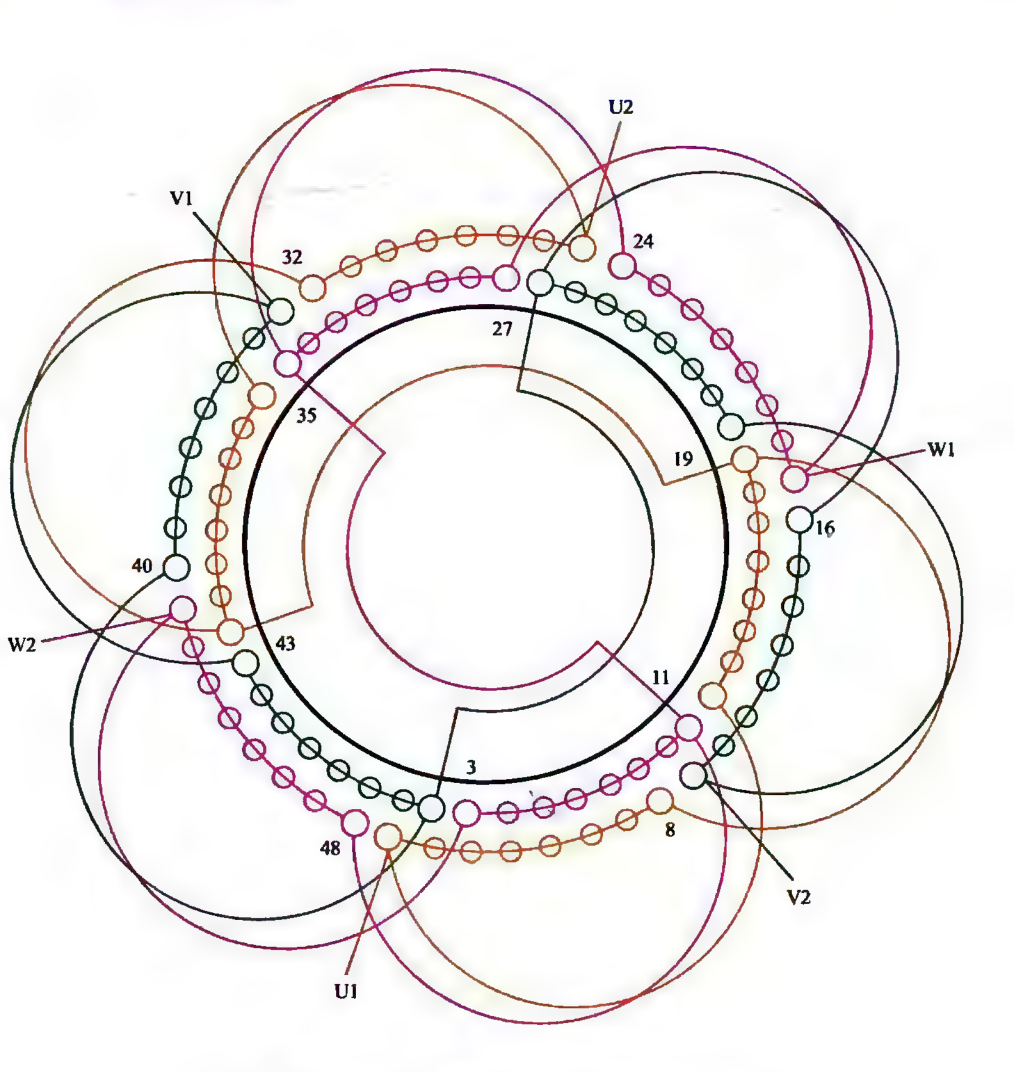


图 1-3　48 槽 2 极（$y=10$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式（超短距）布线

1.1.4 48槽2极（$y=13$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式（超短距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	每组圈数	$S=8$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=8$	线圈节距	$y=13$
分布系数	$K_d=0.956$			节距系数	$K_p=0.752$
总线圈数	$Q=48$	绕组极距	$\tau=24$	绕组系数	$K_{dp}=0.719$
线圈组数	$u=6$	每槽电角	$\alpha=7.5°$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由6个线圈组组成，每相两组线圈反极性串联，每组有8只线圈，虽然选用较短的线圈节距，但嵌线吊边数仍较多，给嵌线造成一定的困难。本绕组主要是适应高速电机而设计，见用于国产JK1-133-2型高速三相高压电动机及JB560M-2隔爆型三相高压电动机；此外，还见用于原“苏”的A102-2三相高压电动机，但未见用于低压电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为13。嵌线顺序见表1-4。

表1-4 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35		34		33		32		31		30
	上层															48		47		46		45		44	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18
	上层	43		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8		7		6
	上层	31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		5		4		3		2		1														
	上层	19		18		17		16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-4 所示。

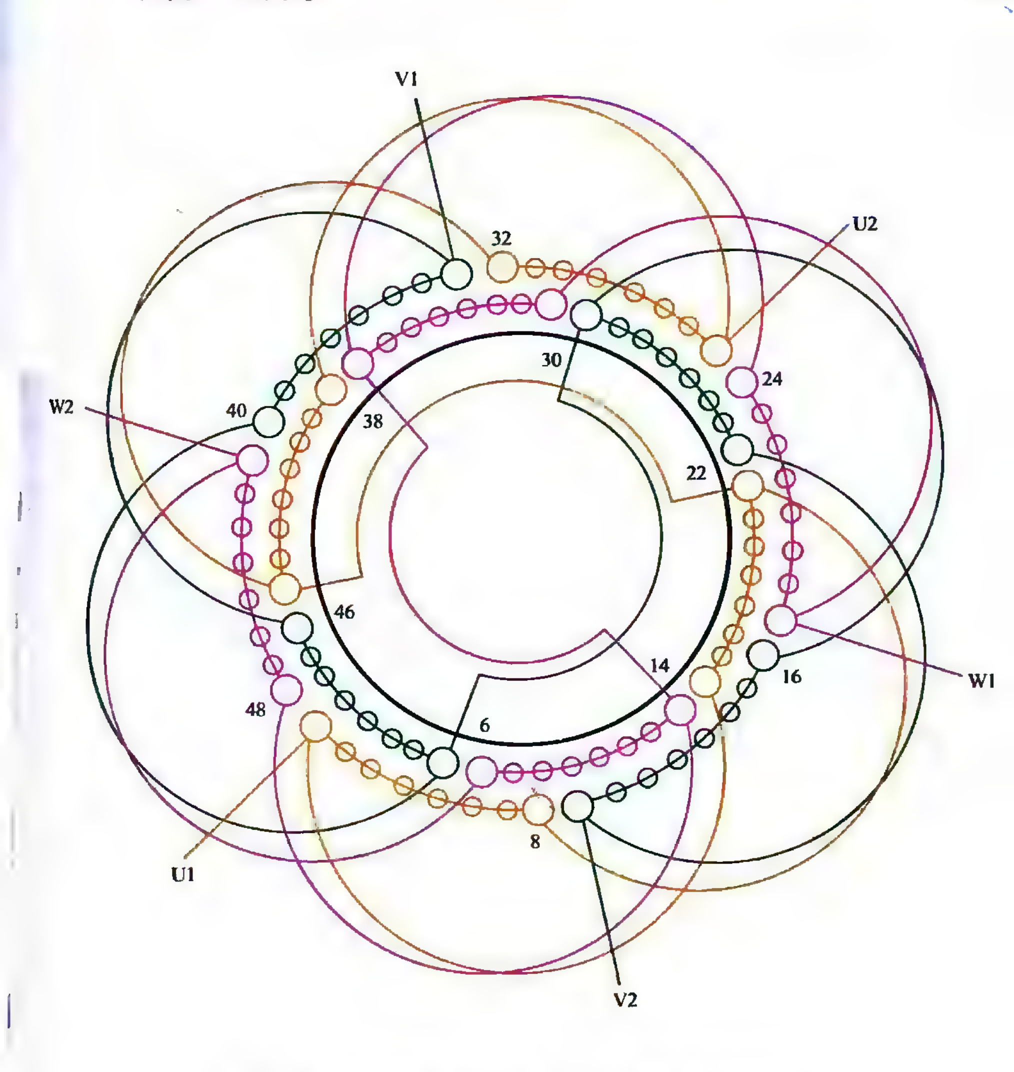


图 1-4　18 槽 2 极（$y=13$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式（超短距）布线

1.1.5 48槽2极（$y=13$、$a=2$）三相高压电动机绕组双层叠式（超短距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=8$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=8$ 线圈节距 $y=13$

分布系数 $K_d=0.956$ 节距系数 $K_p=0.752$

总线圈数 $Q=48$ 绕组极距 $\tau=24$ 绕组系数 $K_{dp}=0.719$

线圈组数 $u=6$ 每槽电角 $\alpha=7.5°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组结构特点与上例相同，但改接为二路并联，即每相两组线圈是并联且极性相反。由于线圈节距缩短较多，故绕组系数低依然是本绕组的突出缺陷。本绕组应用实例主要有 JK-133-2、JK1-134-2 等国产高转速三相高压电动机，也见用于原“苏”产品 A101-2 型低压电动机，但国产常规产品未见应用。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，需吊边数为 13。嵌线顺序见表 1-5。

表 1-5 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35		34		33
	上层															48		47	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		32		31		……		8		7		6		5		4		3
	上层	46		45		44	……			21		20		19		18		17	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		2		1														
	上层	16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-5 所示。

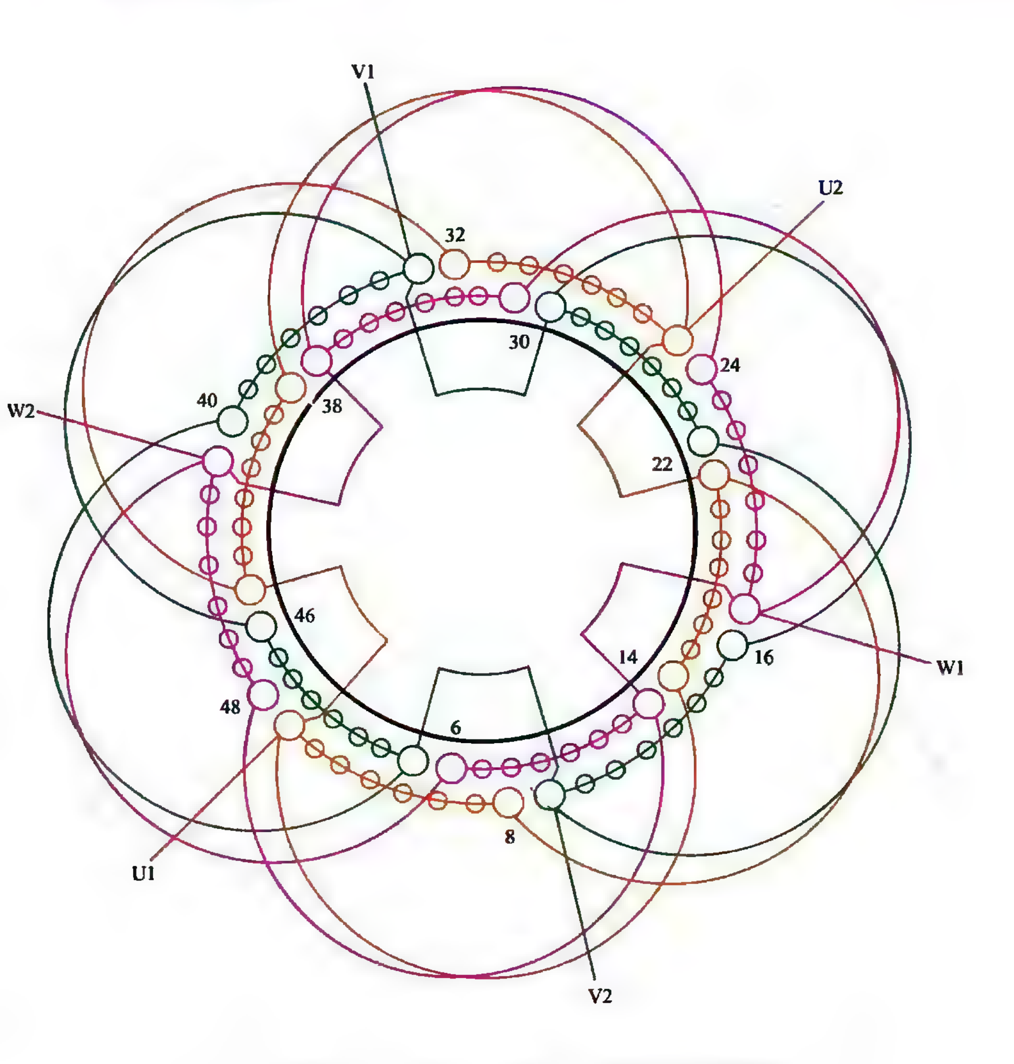


图 1-5　48 槽 2 极（$y=13$、$a=2$）三相高压电动机绕组双层叠式（超短距）布线

1.1.6　48 槽 2 极（$y=16$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线*

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=48$　电机极数　$2p=2$　总线圈数　$Q=48$

线圈组数　$u=6$　每组圈数　$S=8$　极相槽数　$q=8$

绕组极距　$\tau=24$　线圈节距　$y=16$　并联路数　$a=1$

每槽电角　$\alpha=7.5°$　分布系数　$K_d=0.956$　节距系数　$K_p=0.866$

绕组系数　$K_{dp}=0.828$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例双叠绕组每相有两组线圈，每组由 8 只线圈串联而成；接线时同相两线圈组极性相反，即反向串联。由于定子槽数较多，嵌线有一定难度，但因选用的节距较短，使吊边数减至极距的三分之二，故相应地减少嵌线的困难。此绕组通常用于内腔较大的中型电机。本绕组主要应用于 JB630M2-2、JB710M2-2 及 YA450S3-2 等隔爆型三相高压电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为 16。嵌线顺序见表 1-6。

表 1-6　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	
	上层																		48
嵌绕次序		19	20	21	22		……		68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层	31		30			……			6		5		4		3		2	
	上层		47		46		……		23		22		21		20		19		18
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	1																	
	上层		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-6 所示。

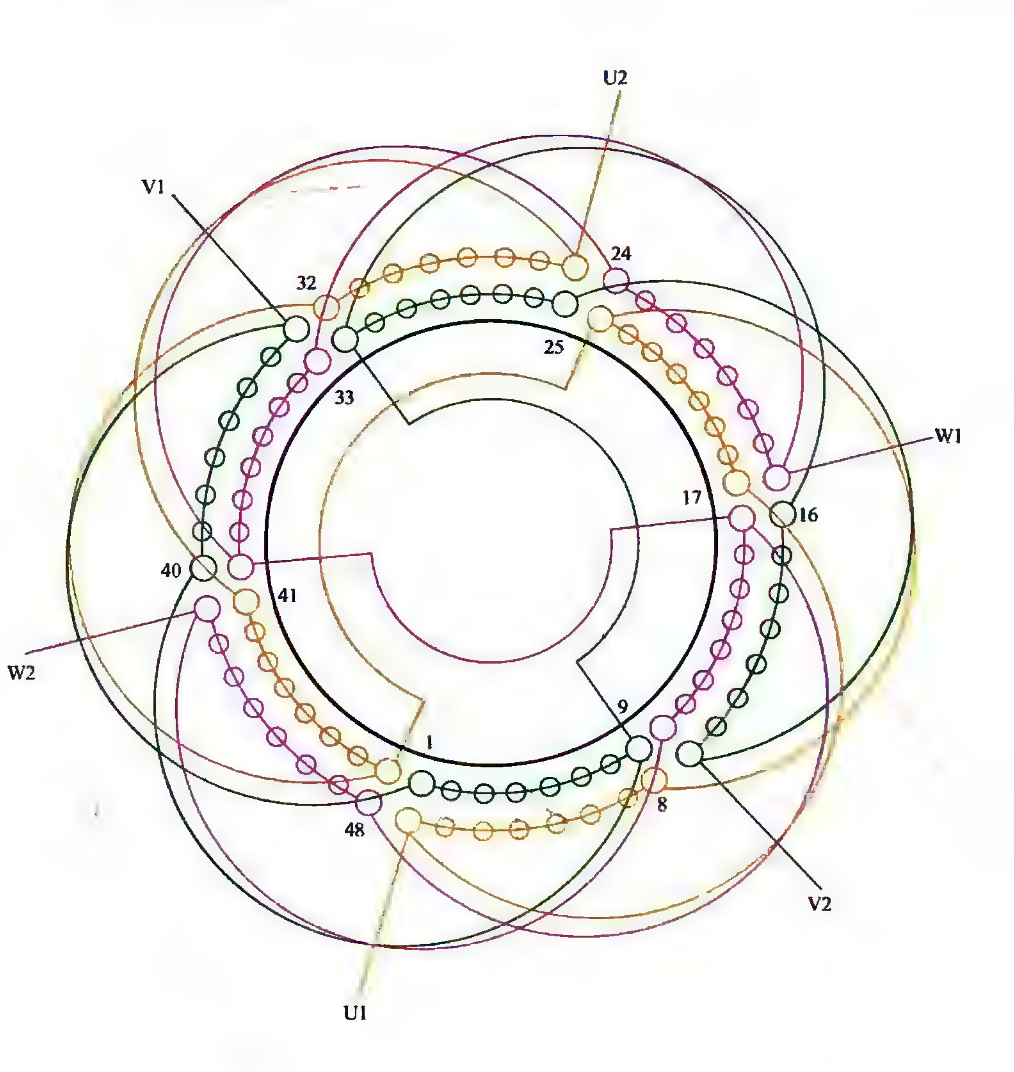


图 1-6　48 槽 2 极（$y=16$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

注：标题解释—— 本例是常规双层叠式绕组。绕组特点与例 1.1.2 基本相同，即双层布线，而且每组线圈数相等。不同的是双层（常规）叠式的线圈节距大于“超短距”而小于整距，即 $\tau>y>(\tau-q)$，其节距常取 $y=(4/5\sim6/7)\tau$。以下凡双层叠式布线均同此解释。

1.1.7 48槽4极（$y=10$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=4$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=4$　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=48$　绕组极距　$\tau=12$　节距系数　$K_p=0.966$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$y=10$　绕组系数　$K_{dp}=0.92$

每槽电角　$\alpha=15°$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

定子48槽一般属功率较大的小型电机，采用一路必为多根并绕，从而使绕线增加了困难，目前在新系列电机产品中已较少应用，在早前国产系列电动机中仅见用于J2-82-4；但却发现在双笼转子高压电动机JS115-4和绕线式三相高压电动机JR116-4中有应用。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见表1-7。

表1-7　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38		37		36		35		34		33		32	
	上层												48		47		46		45		44		43		42
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层	31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	
	上层		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1											
	上层		17		16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-7 所示。

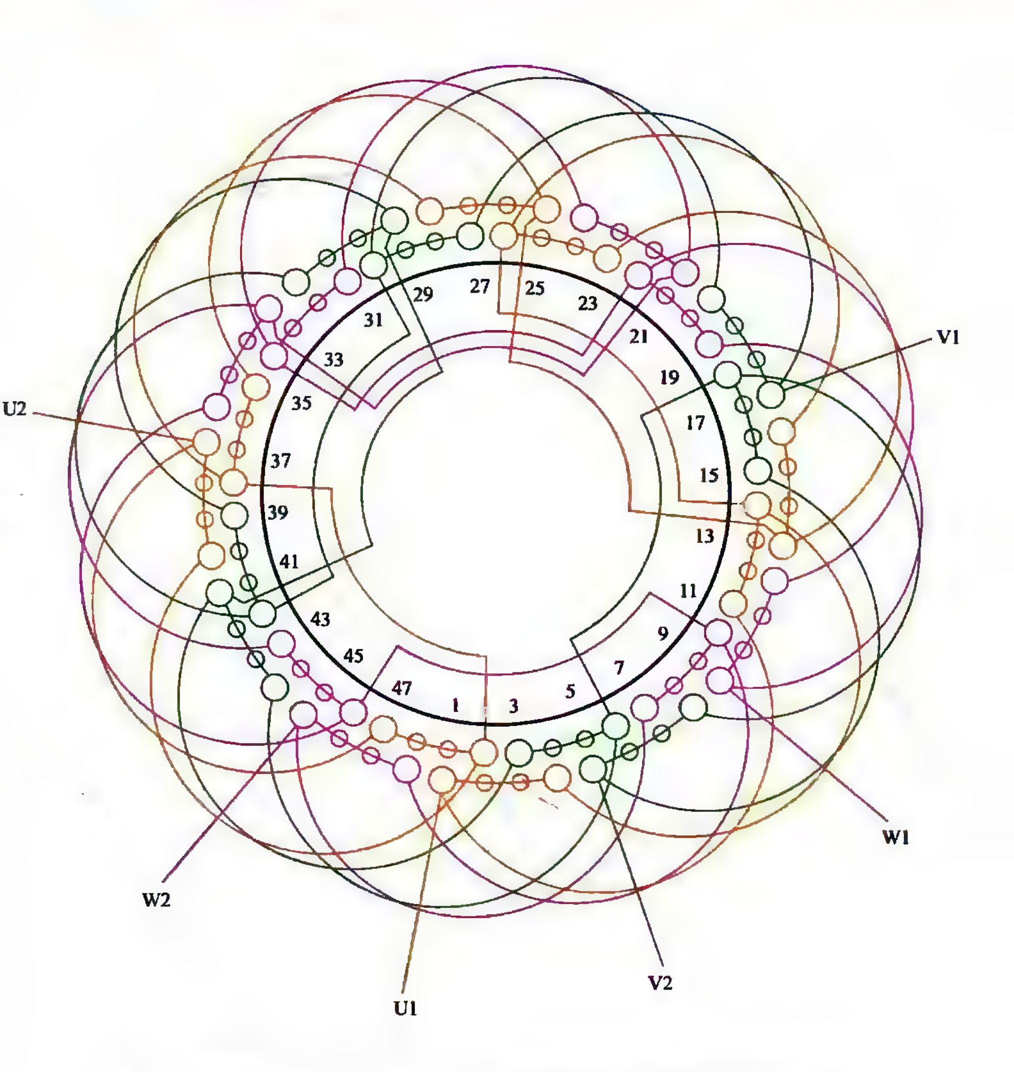


图 1-7　48 槽 4 极（$y=10$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.1.8 54槽6极（$y=7$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	每组圈数	$S=3$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=3$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=54$	绕组极距	$\tau=9$	节距系数	$K_p=0.94$
线圈组数	$u=18$	线圈节距	$y=7$	绕组系数	$K_{dp}=0.902$
每槽电角	$\alpha=20°$	出线根数	$c=6$		

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例定子为54槽6极，一般属中容量电机。绕组由18个线圈组构成，每相有6组线圈，按相邻反极性连接。此绕组用于高压电动机，故采用一路串联。主要应用实例有JR116-4绕线式三相高压电动机和JS115-4双笼转子三相高压电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法，吊边数为7。嵌线顺序见表1-8。

表1-8 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45		44		43		42		41		40
	上层									54		53		52		51		50		49		48	

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	……
槽号	下层		39		38		37		36		35		34		33		32		31		……
	上层	47		46		45		44		43		42		41		40		39		38	……

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		6		5		4		3		2		1								
	上层	14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图1-8所示。

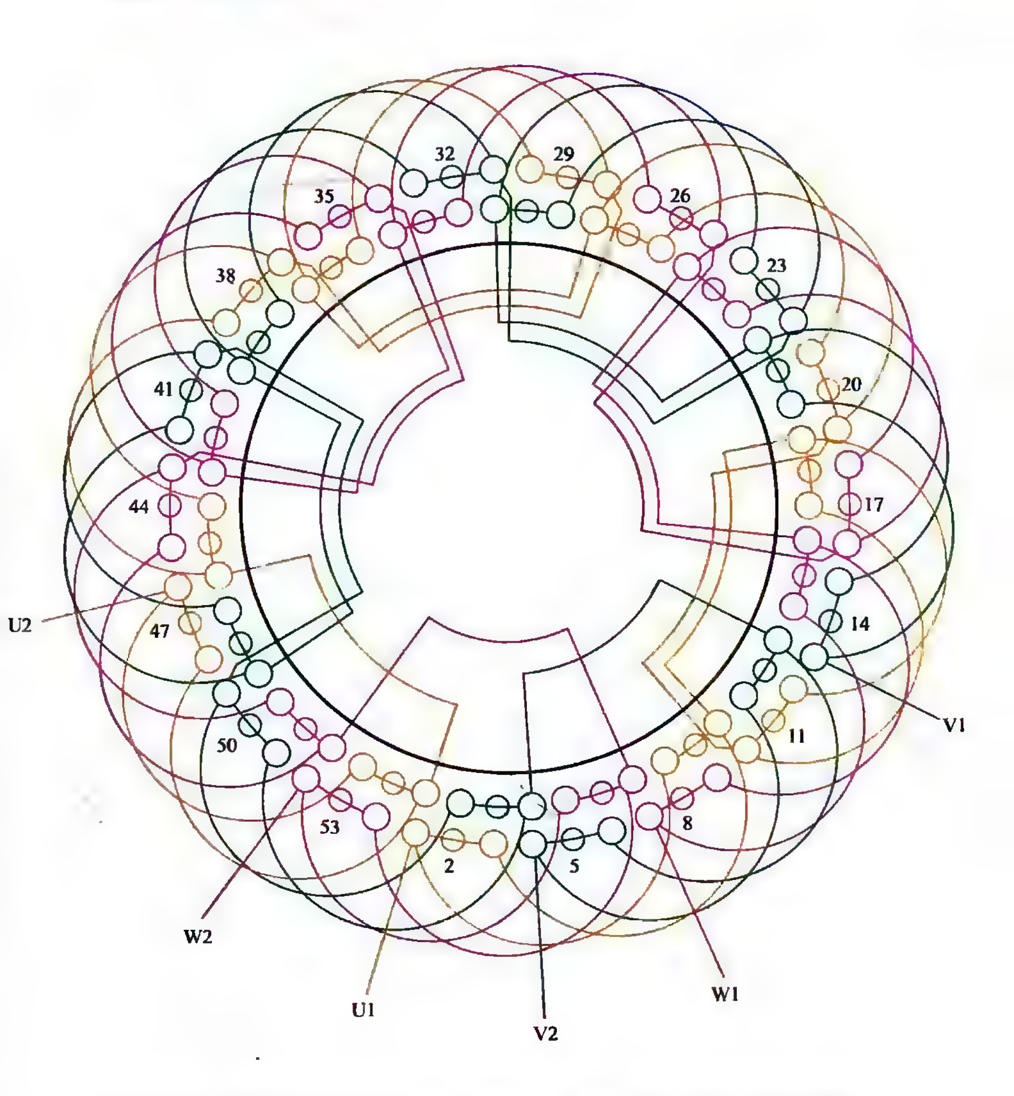


图1-8　54槽6极（$y=7$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.1.9 60槽4极（$y=12$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　每组圈数 $S=5$　并联路数 $a=1$
电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=5$　分布系数 $K_d=0.957$
总线圈数 $Q=60$　绕组极距 $\tau=15$　节距系数 $K_p=0.951$
线圈组数 $u=12$　线圈节距 $y=12$　绕组系数 $K_{dp}=0.91$
每槽电角 $\alpha=12°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组全部由5联组组成，每相4组线圈同相相邻反极性串联构成一路接法。由于60槽定子属中等以上容量，在常规系列中不可能采用一路接法，因此，本绕组主要应用于高电压电动机，主要应用实例有JS138-4双笼转子高压电动机、JRQ158-4高启动转矩绕线式高压电动机等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为12。嵌线顺序见表1-9。

表1-9　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48		47		46		45		44		43	
	上层														60		59		58		57		56		55
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层	42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31	
	上层		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44		43
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	……		
槽号	下层	30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	……		
	上层		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		……		
嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	6		5		4		3		2		1													
	上层		18		17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-9 所示。

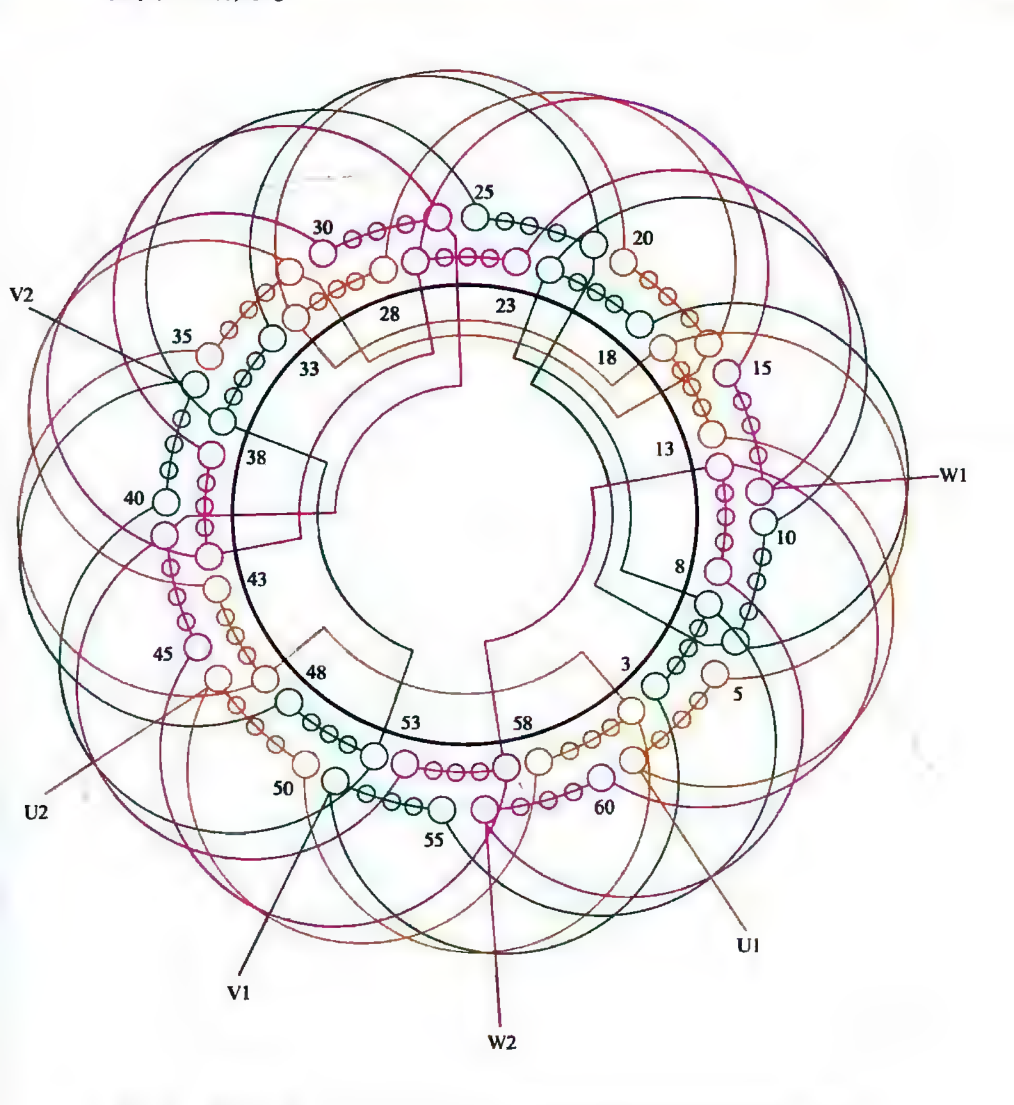


图 1-9　60 槽 4 极（$y=12$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.1.10　60 槽 4 极（$y=12$、$a=2$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=60$　电机极数　$2p=4$　总线圈数　$Q=60$

线圈组数　$u=12$　每组圈数　$S=5$　极相槽数　$q=5$

绕组极距　$\tau=15$　线圈节距　$y=12$　并联路数　$a=2$

每槽电角　$\alpha=12°$　分布系数　$K_d=0.957$　节距系数　$K_p=0.951$

绕组系数　$K_{dp}=0.91$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是双层叠式绕组，每相有 4 组线圈，每组由 5 只线圈同向串联而成；绕组接线是二路并联，即每相有两个支路，每支路包括两组线圈。进线后分左右方向走线，即每一支路都将同极性的两组线圈串联起来，也就是采用长跳连接。

本例绕组既用于高压电动机，也见用于常规系列电动机。主要应用实例有 JS136-4 双笼转子高压电动机、J2-91-4 常规系列电动机定子绕组；此外，还用于 JRQ1410-4 的转子绕组等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 12。嵌线顺序见表 1-10。

表 1-10　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54	53		52		51	
	上层														5		4		3
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层	50		49		48		47		……		12		11		10		9	
	上层		2		1		60			……			24		23		22		21
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	8		7		6													
	上层		20		19		18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

(4) 绕组端面布接线

如图 1-10 所示。

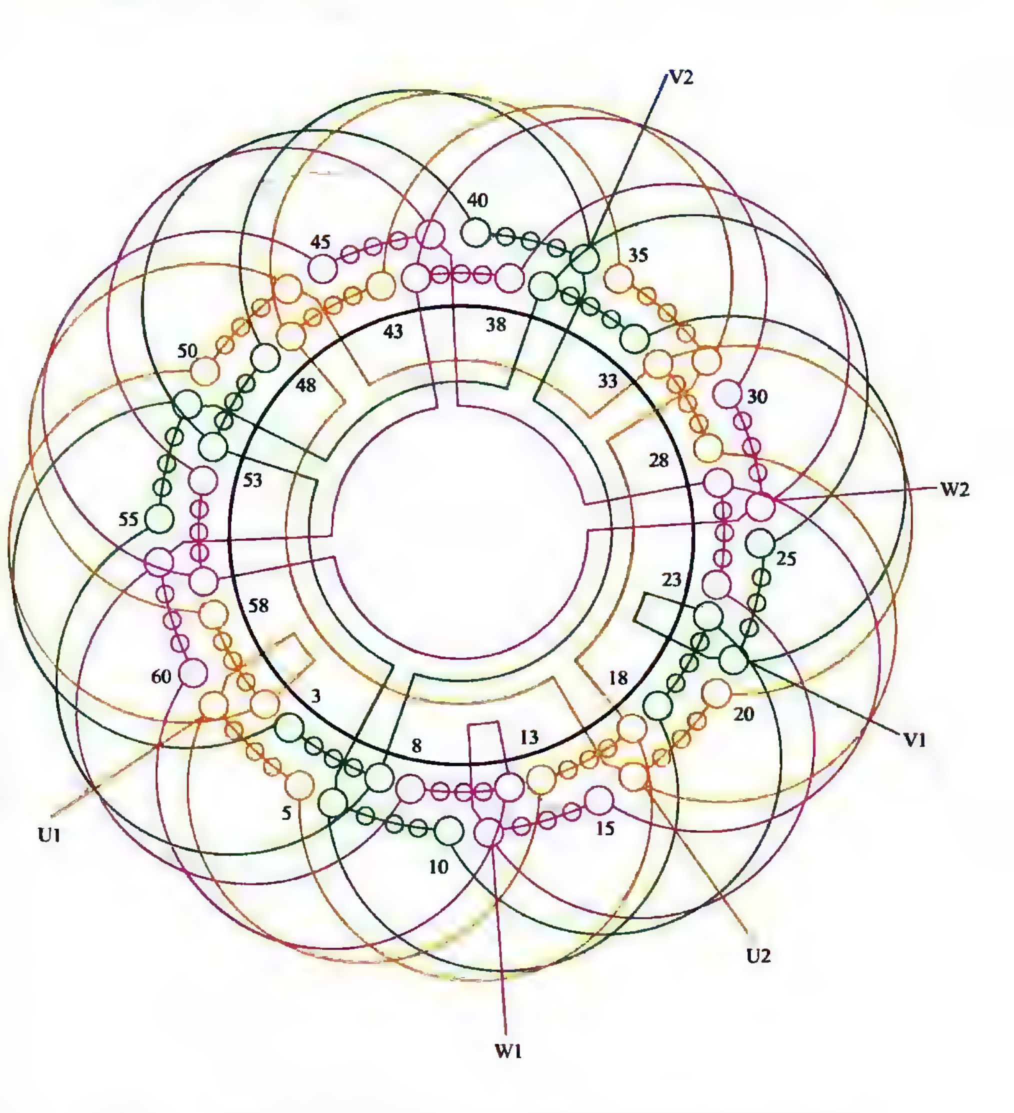


图 1-10　60 槽 4 极（$y=12$、$a=2$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.1.11　60 槽 4 极（$y=13$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=5$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=5$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=60$　绕组极距　$\tau=15$　节距系数　$K_p=0.978$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$y=13$　绕组系数　$K_{dp}=0.936$

每槽电角　$\alpha=12°$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

绕组线圈节距较上例增加 1 槽，绕组系数略有提高，但接线为一路串联，一般只宜用于高压电动机。在高压电机中应用颇多，今查实者有 JS127-4、JR126-4、JB560S-4 等，还有 Y 系列的高电压中型电机如 Y450-4 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法，吊边数为 13。嵌线顺序见表 1-11。

表 1-11　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45		44		43		42
	上层															60		59		58		57		56	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30
	上层	55		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60		……		88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		29		28		27		26		25		24		……		10		9		8		7		6
	上层	43		42		41		40		39		38			……			23		22		21		20	
嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		5		4		3		2		1														
	上层	19		18		17		16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-11 所示。

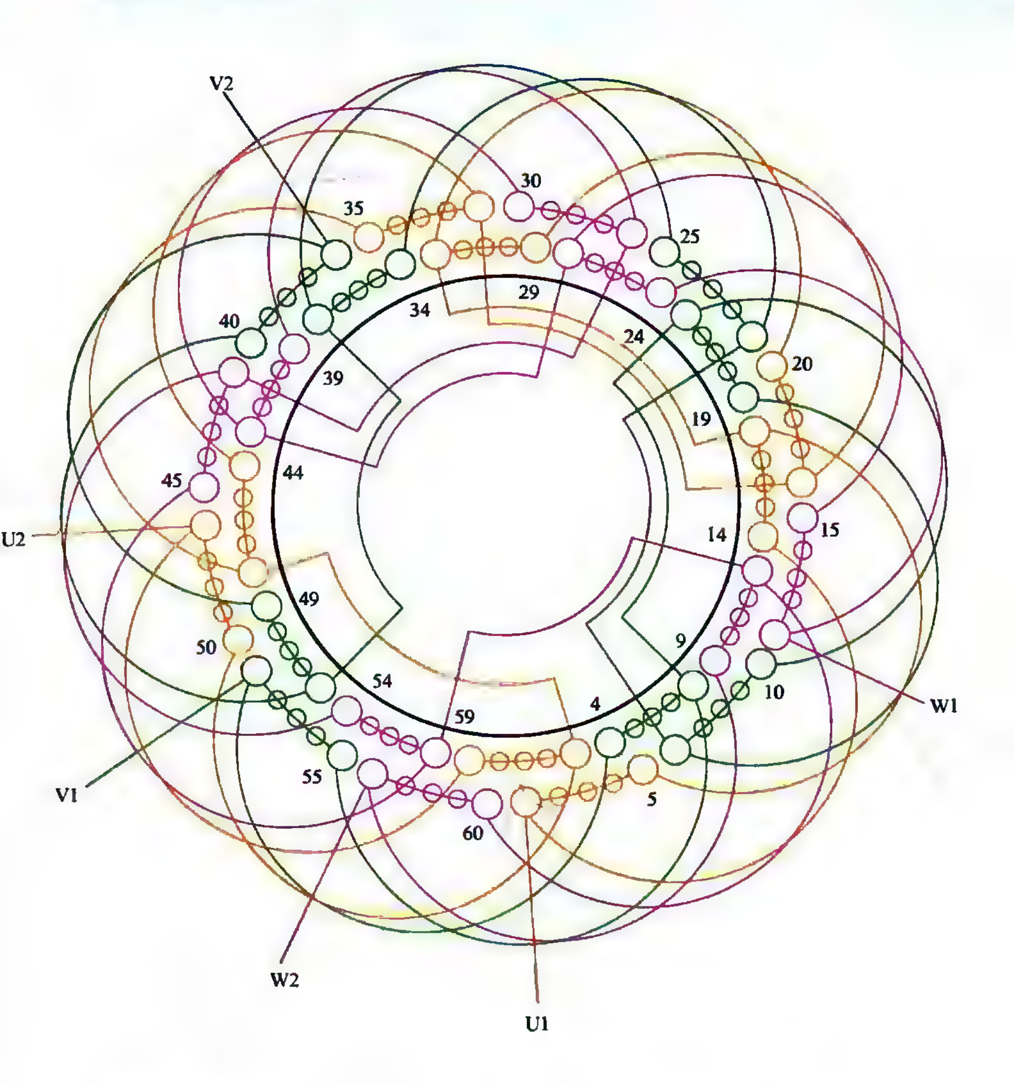


图 1-11　60 槽 4 极（$y=13$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.2 大型三相高压电动机绕组端面布接线图

本节介绍大型高压电动机绕组，所谓大型是指定子在 72 槽及以上者，包括 72 槽、84 槽、90 槽定子的三相高压电动机，并用潘氏画法绘制成绕组端面布接线图 12 例，供读者修理时参考。

1.2.1 72 槽 6 极（$y=9$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　电机极数 $2p=6$

总线圈数 $Q=72$　　线圈组数 $u=18$

每组圈数 $S=4$　　极相槽数 $q=4$

绕组极距 $\tau=12$　　线圈节距 $y=9$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=15°$

分布系数 $K_d=0.958$　　节距系数 $K_p=0.924$

绕组系数 $K_{dp}=0.885$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组是 6 极，每组由 4 只线圈组成，每极 6 组线圈按相邻反极性串联。本绕组线圈节距较短，减少了嵌线的吊边数，故具有嵌线方便的特点。72 槽定子一般都归属于大型电机，主要应用实例有 JS128-6、JS1512-6 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，嵌入一槽往后退，另一边暂时吊起，再嵌一槽再后退，当吊起 9 边后，从第 10 只线圈起开始整嵌；最后再把原吊起的线圈边依次嵌入相应槽的上层。嵌线顺序见表 1-12。

表 1-12　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63		62		61		60		59
	上层											72		71		70		69	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		121	122	123	124	125	126
槽号	下层		58		57		56		55		54	……			7		6		5
	上层	68		67		66		65		64		……		17		16		15	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		4		3		2		1										
	上层	14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-12 所示。

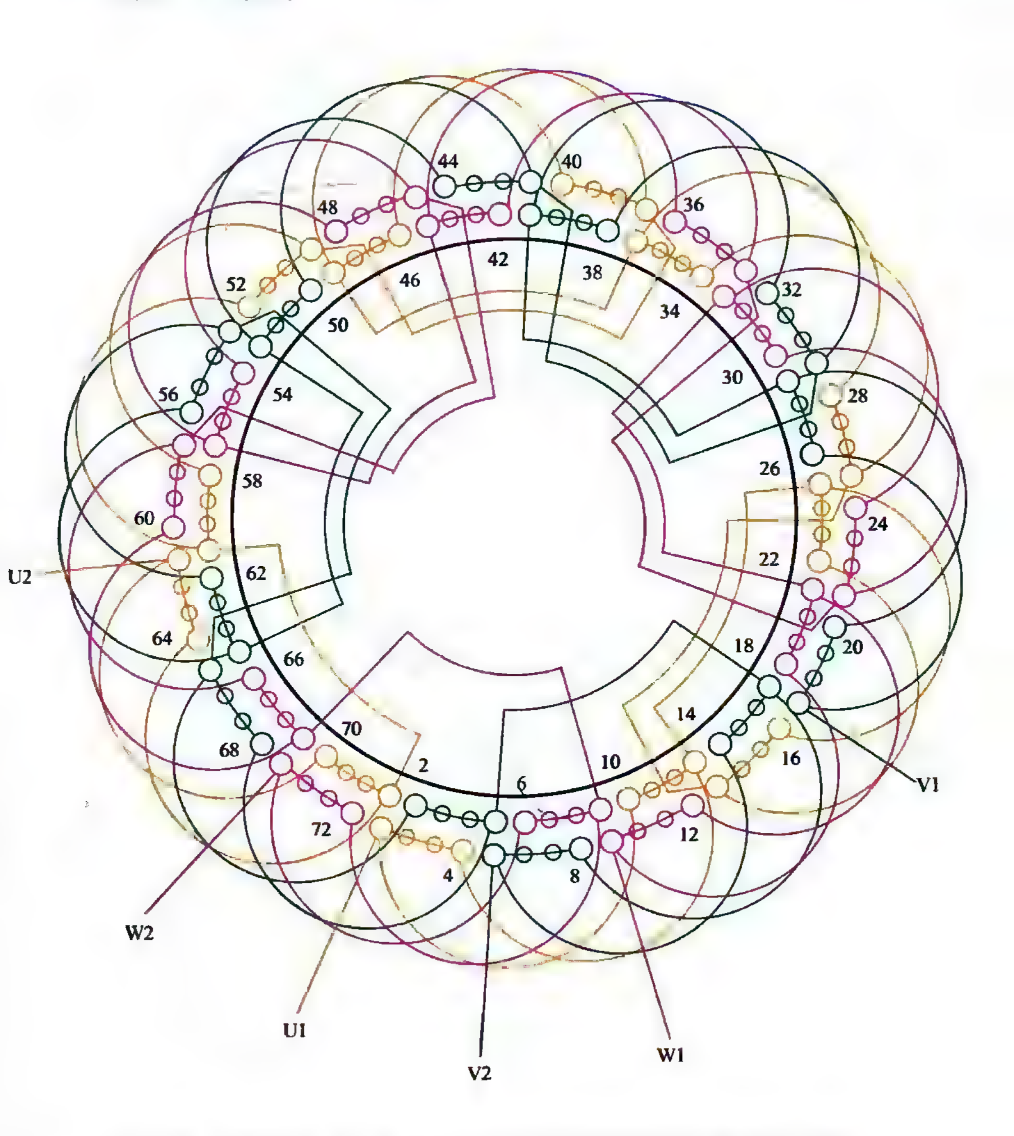


图 1-12　72 槽 6 极 ($y=9$、$a=1$) 三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.2.2　72 槽 6 极（$y=10$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=72$	电机极数	$2p=6$
总线圈数	$Q=72$	线圈组数	$u=18$
每组圈数	$S=4$	极相槽数	$q=4$
绕组极距	$\tau=12$	线圈节距	$y=10$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=15°$
分布系数	$K_d=0.958$	节距系数	$K_p=0.966$
绕组系数	$K_{dp}=0.925$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组结构与上例基本相同，但线圈节距增加一槽，使绕组系数略为提高，但吊边数也增加一槽。本绕组仍是属大容量一路串联接线，故主要适用于高压电机，主要应用实例有双笼高压电动机 JS136-6、绕线式高压电动机 JR125-6、Y 系列高压电动机 Y400-6 以及高压隔爆型电动机 YA400M1-6 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 10。嵌线顺序见表 1-13。

表 1-13　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62		61		60		59	
	上层												72		71		70		69
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	58		57		56	……			18		17		16		15		14	
	上层		68		67		……		29		28		27		26		25		24
嵌绕次序		109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	13		12		11		10		9		8		7		6		5	
	上层		23		22		21		20		19		18		17		16		15
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-13 所示。

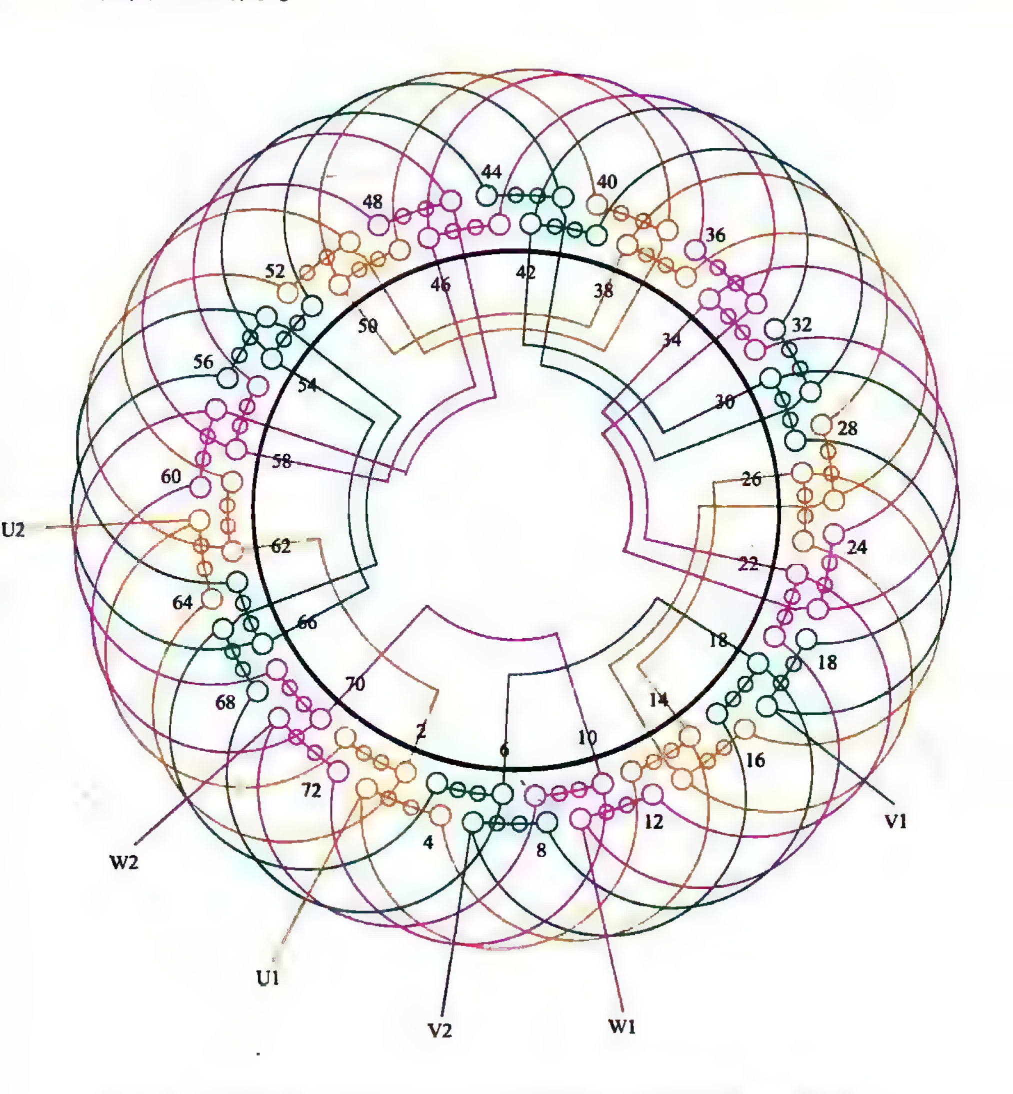


图 1-13　72 槽 6 极（$y=10$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.2.3 72槽6极（$y=10$、$a=2$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=72$　　电机极数　$2p=6$

总线圈数　$Q=72$　　线圈组数　$u=18$

每组圈数　$S=4$　　极相槽数　$q=4$

绕组极距　$\tau=12$　　线圈节距　$y=10$

并联路数　$a=2$　　每槽电角　$\alpha=15°$

分布系数　$K_d=0.958$　　节距系数　$K_p=0.966$

绕组系数　$K_{dp}=0.925$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组节距及布线如上例，但并联支路改为二路并联。每支路由3组线圈组成，接线时从进线的左右两侧反极性连接，从而确保同相相邻的线圈组反极性。此绕组主要应用于高压电动机，如JS158-6、JRQ158-6等；此外，小型同步发电机TFS-85/32也应用本例绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见表1-14。

表1-14　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62		61		60		59	
	上层												72		71		70		69
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	58		57		56		55		……		8		7		6		5	
	上层		68		67		66		65	……			18		17		16		15
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-14 所示。

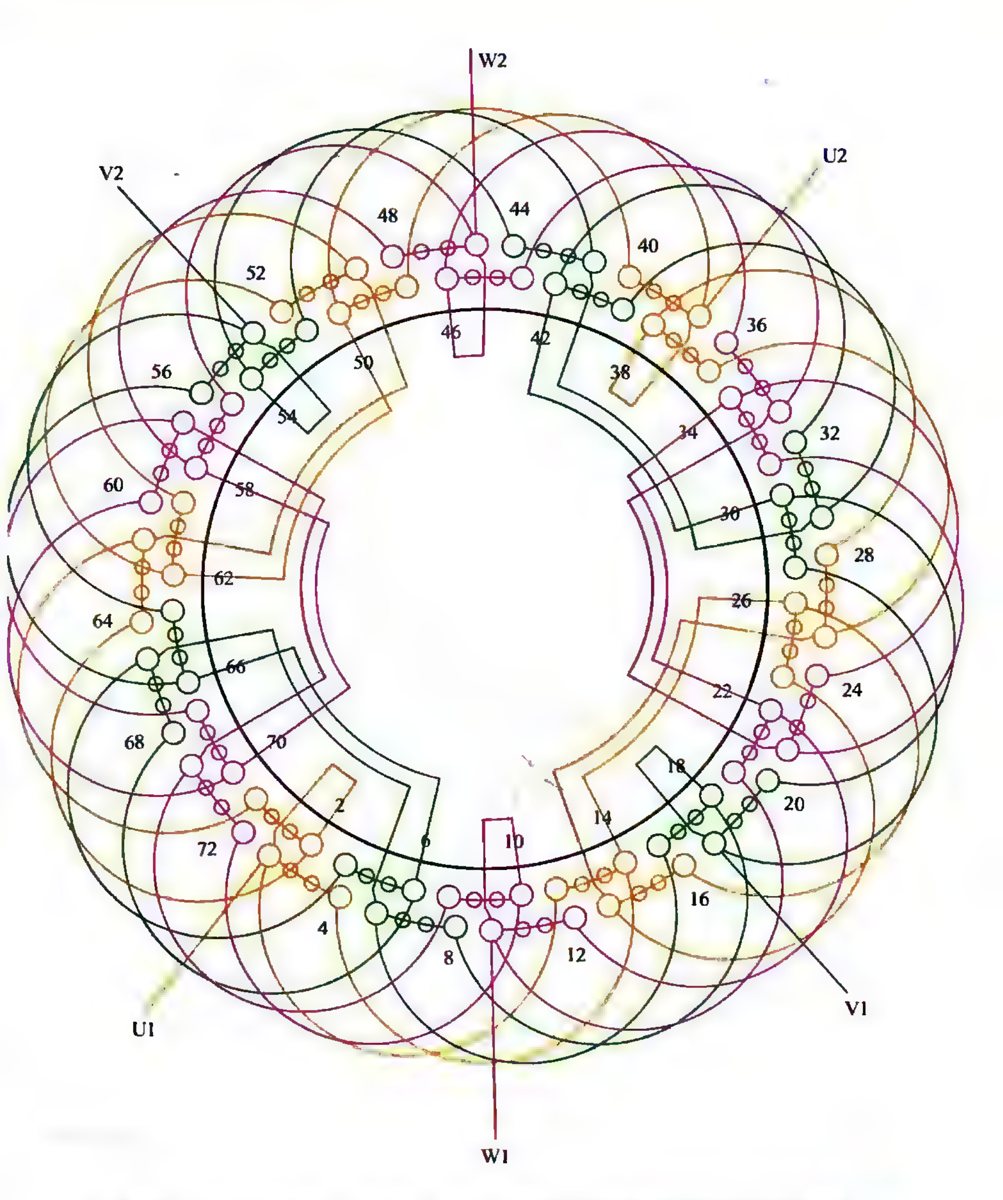


图 1-14　72 槽 6 极（$y=10$、$a=2$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.2.4 72 槽 6 极（$y=11$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=72$	每组圈数	$S=4$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=4$	分布系数	$K_d=0.958$
总线圈数	$Q=72$	绕组极距	$\tau=12$	节距系数	$K_p=0.991$
线圈组数	$u=18$	线圈节距	$y=11$	绕组系数	$K_{dp}=0.949$
每槽电角	$\alpha=15°$	出线根数	$c=6$		

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例采用正常而偏大的短距线圈，绕组系数比较高。对定子 72 槽铁芯采用一路串联接法，很难在低压电动机中获得应用，所以此绕组基本为高压电机专用。主要应用实例有常规系列高压电动机 Y-400-6 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 11。嵌线顺序见表 1-15。

表 1-15 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61		60		59		58		57		56		55
	上层													72		71		70		69		68		67	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44		43
	上层	66		65		64		63		62		61		60		59		58		57		56		55	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	……			106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		42		41		40	……			14		13		12		11		10		9		8		7
	上层	54		53		52		……				25		24		23		22		21		20		19	
嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		6		5		4		3		2		1												
	上层	18		17		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-15 所示。

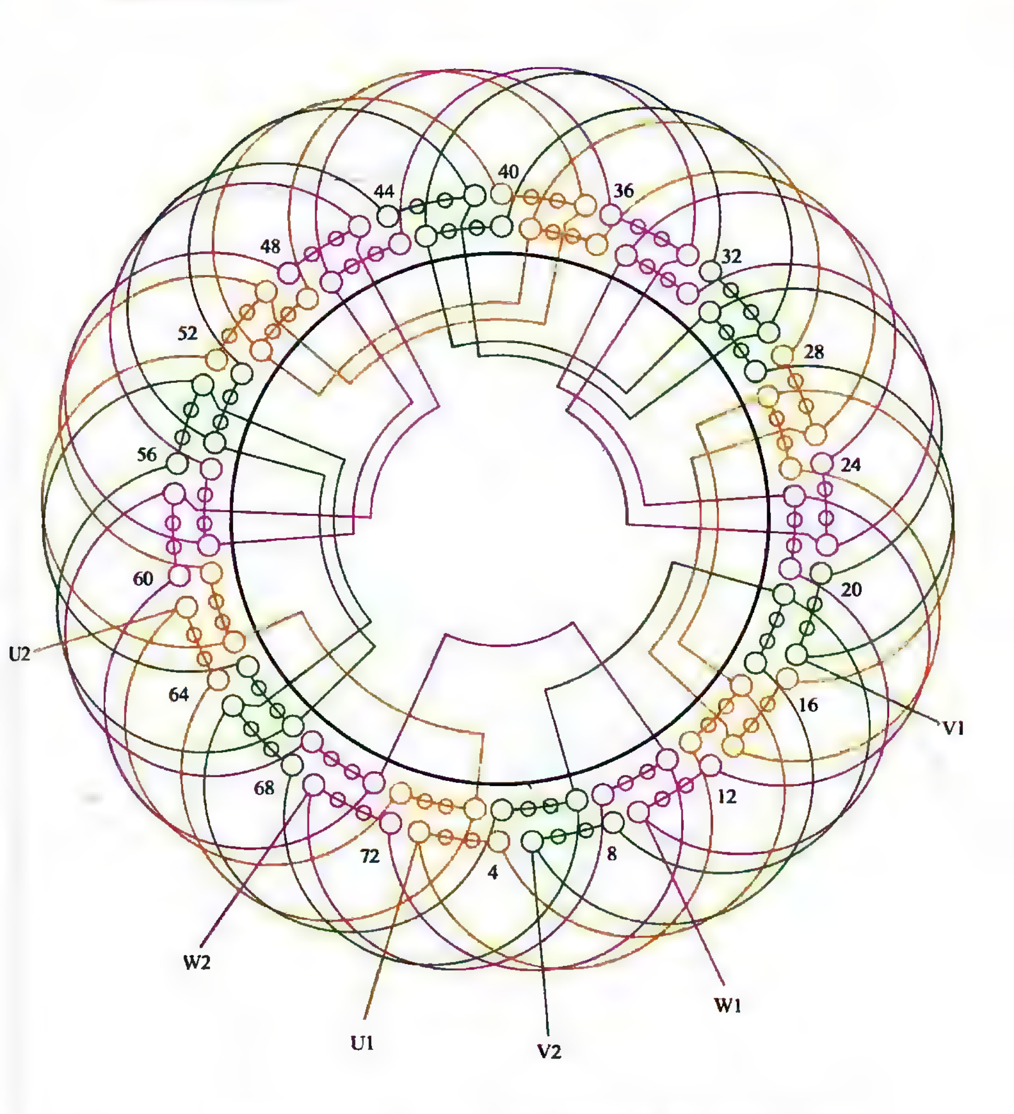


图 1-15　72 槽 6 极（$y=11$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.2.5 72槽8极（$y=7$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=72$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=0.94$

线圈组数 $u=24$　线圈节距 $y=7$　绕组系数 $K_{dp}=0.902$

每槽电角 $\alpha=20°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是8极绕组，每相由8个三联线圈组组成，按一路串联接线，并使同相相邻线圈组极性相反；而线圈采用较短的正常节距，绕组系数偏低。此绕组主要应用于三相高压电动机，应用实例如双笼三相高压电动机JS128-8、高压绕线式电动机JR137-8、高启动转矩双笼高压电动机JSQ1410-6等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见表1-16。

表1-16　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65		64		63		62		61		60		59		58		57
	上层									72		71		70		69		68		67		66		65	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		56		55		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45
	上层	64		63		62		61		60		59		58		57		56		55		54		53	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	……			108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		44		43		42		41	……			15		14		13		12		11		10		9
	上层	52		51		50		49		……				22		21		20		19		18		17	
嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		8		7		6		5		4		3		2		1								
	上层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-16 所示。

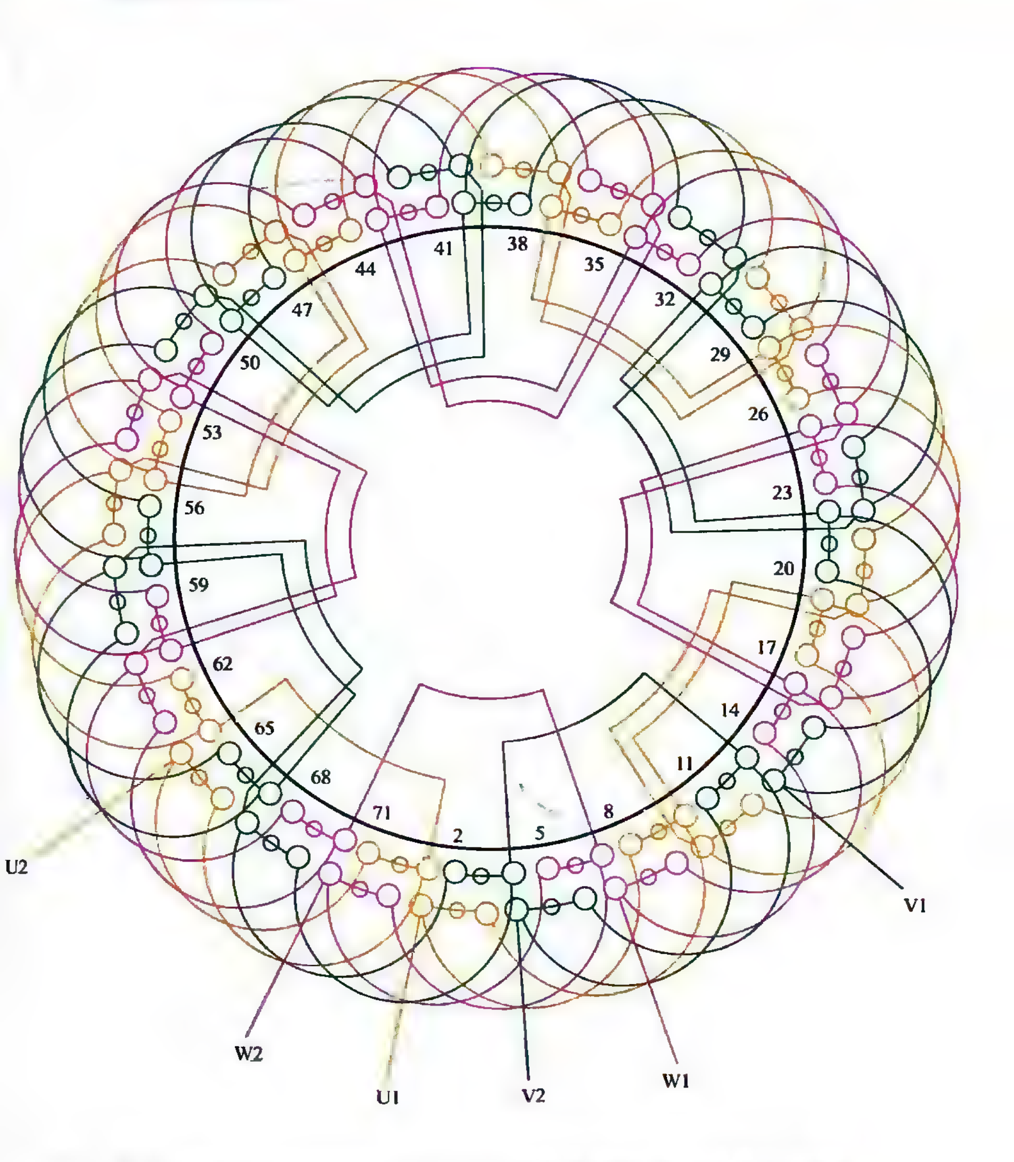


图 1-16　72 槽 8 极（$y=7$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.2.6 72槽8极（$y=8$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$
电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$
总线圈数 $Q=72$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=0.985$
线圈组数 $u=24$　线圈节距 $y=8$　绕组系数 $K_{dp}=0.946$
每槽电角 $\alpha=20°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本绕组仍用一路串联接线，故一般仅宜用于高压电动机。应用实例有高启动转矩的三相绕线式高压电动机如 JRQ147-8、JRQ1410-8 等，还有部分 Y 系列高电压产品如 Y-400-8 中某些规格也用此绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见表 1-17。

表 1-17　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64		63		62		61		60		59		58		57	
	上层										72		71		70		69		68		67		66		65
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层	56		55		54		53		52		51		50		49		48		47		46		45	
	上层		64		63		62		61		60		59		58		57		56		55		54		53
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58		……		110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	44		43		42		41		40			……			13		12		11		10		9	
	上层		52		51		50		49		48		……		22		21		20		19		18		17
嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	8		7		6		5		4		3		2		1									
	上层		16		15		14		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-17 所示。

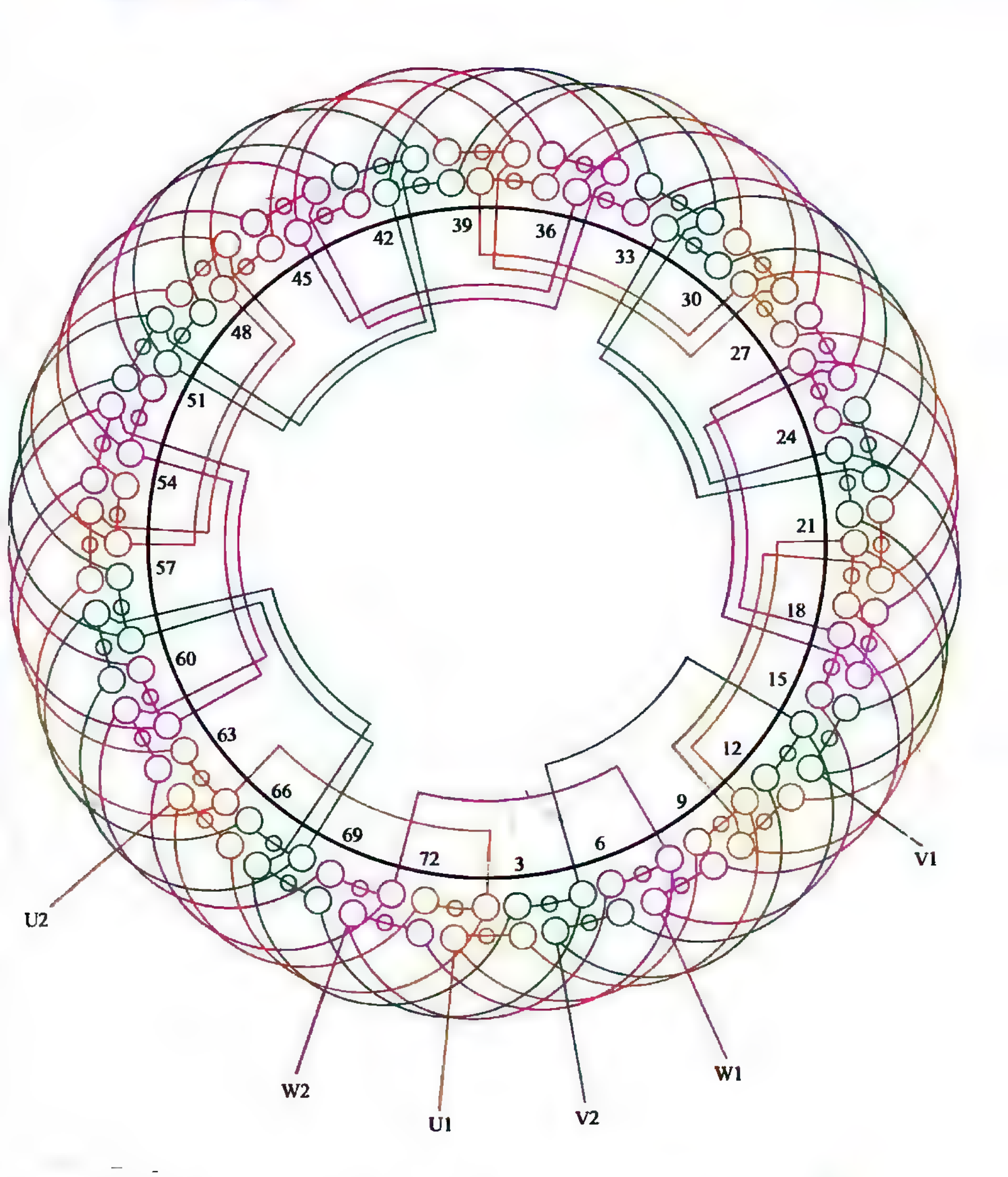


图 1-17　72 槽 8 极（$y=8$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.2.7　84 槽 8 极（$y=7$、$a=1$）三相高压电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=84$　　电机极数　$2p=8$

总线圈数　$Q=84$　　线圈组数　$u=24$

每组圈数　$S=3$、4　　极相槽数　$q=3\frac{1}{2}$

绕组极距　$\tau=10\frac{1}{2}$　　线圈节距　$y=7$

并联路数　$a=1$　　每槽电角　$\alpha=17.14°$

分布系数　$K_d=0.956$　　节距系数　$K_p=0.866$

绕组系数　$K_{dp}=0.828$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本绕组是分数槽绕组，每极相槽数 $q=3\frac{1}{2}$，即每组 1/2 线圈归并后由 4 圈组和 3 圈组交替轮换安排，分布规律为 4 3 4 3……。所以嵌线时线圈组要据此循环嵌入。本绕组为一路串联故同相相邻线圈组极性必须相反。绕组宜用于高压电动机，主要实例有 JR1410-8 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 1-18。

表 1-18　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	84	83	82	81	80	79	78	77		76		75		74		73		72
	上层									84		83		82		81		80	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层		71		70		69		68	……			9		8		7		6
	上层	79		78		77		76		……		17		16		15		14	
嵌绕次序		151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 1-18 所示。

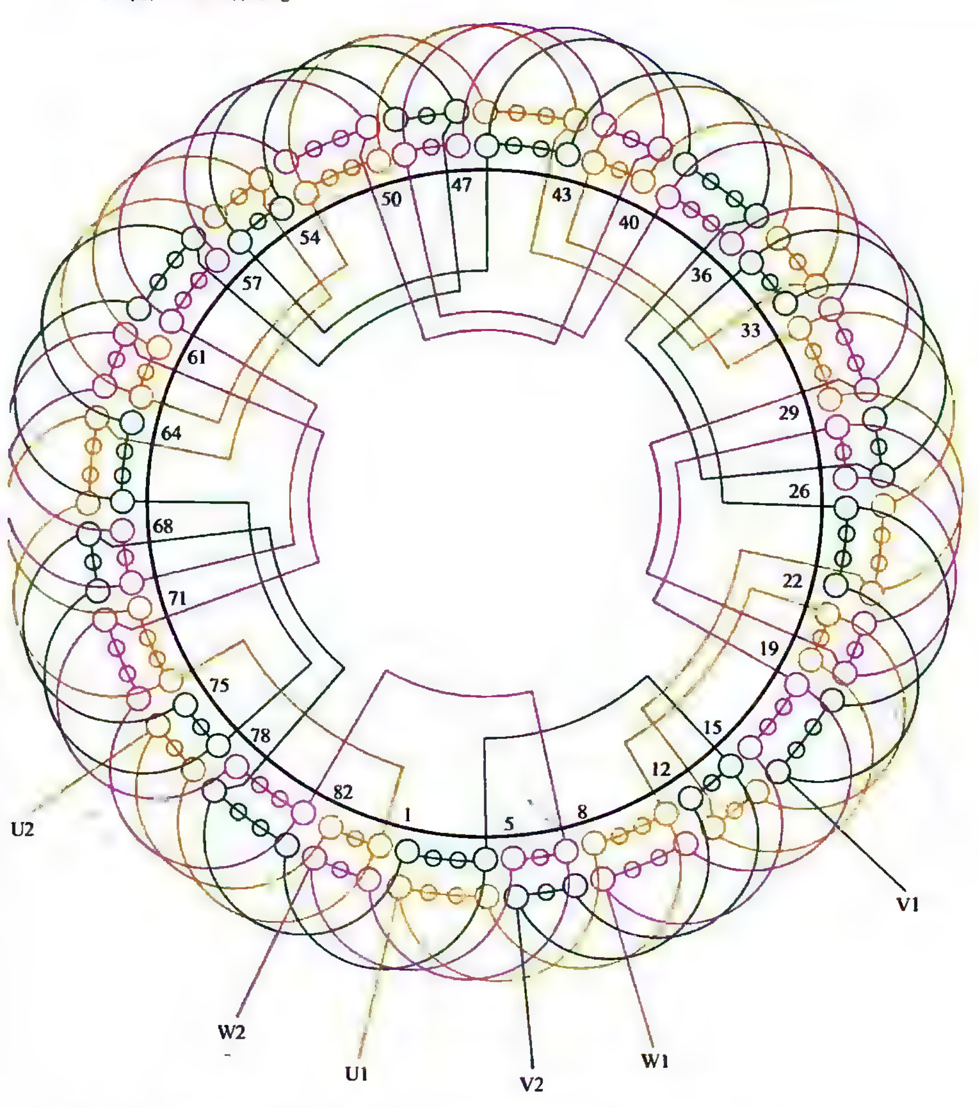


图 1-18　84 槽 8 极（$y=7$、$a=1$）三相高压电动机（分数）绕组双层叠式布线

注：标题解释——双层叠式绕组的每组圈数是相等的，即 $S=q=$ 整数，而本例 $q=$ 分数，故属分数绕组，是双叠绕组的特殊型式。其线圈有大小组，线圈数相差 1。如本例 $q=3\frac{1}{2}$，故线圈组由 3 圈和 4 圈构成。以下凡双层分数绕组同此解释。

1.2.8 84 槽 8 极（$y=9$、$a=1$）三相高压电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=84$	电机极数	$2p=8$	总线圈数	$Q=84$
线圈组数	$u=24$	每组圈数	$S=4、3$	极相槽数	$q=3\frac{1}{2}$
绕组极距	$\tau=10\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=9$	并联路数	$a=1$
每槽电角	$\alpha=17.14°$	分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.975$
绕组系数	$K_{dp}=0.932$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例也是分数绕组的一路接法，绕组结构与上例基本相同，即线圈组以 4 3 4 3……。循环分布，但线圈节距较上例放长 2 槽，故绕组系数略高；不过嵌线吊边数也增加 2 边，相对嵌线难度较大。本绕组应用实例主要有 JRQ147-8。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 9。嵌线顺序见表 1-19。

表 1-19 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	84	83	82	81	80	79		78		77		76		75
	上层											4		3		2		1	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层		74		73		72		71	……			12		11		10		9
	上层	84		83		82		81		……		22		21		20		19	
嵌绕次序		151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
槽号	下层		8		7		6		5										
	上层	18		17		16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图 1-19 所示。

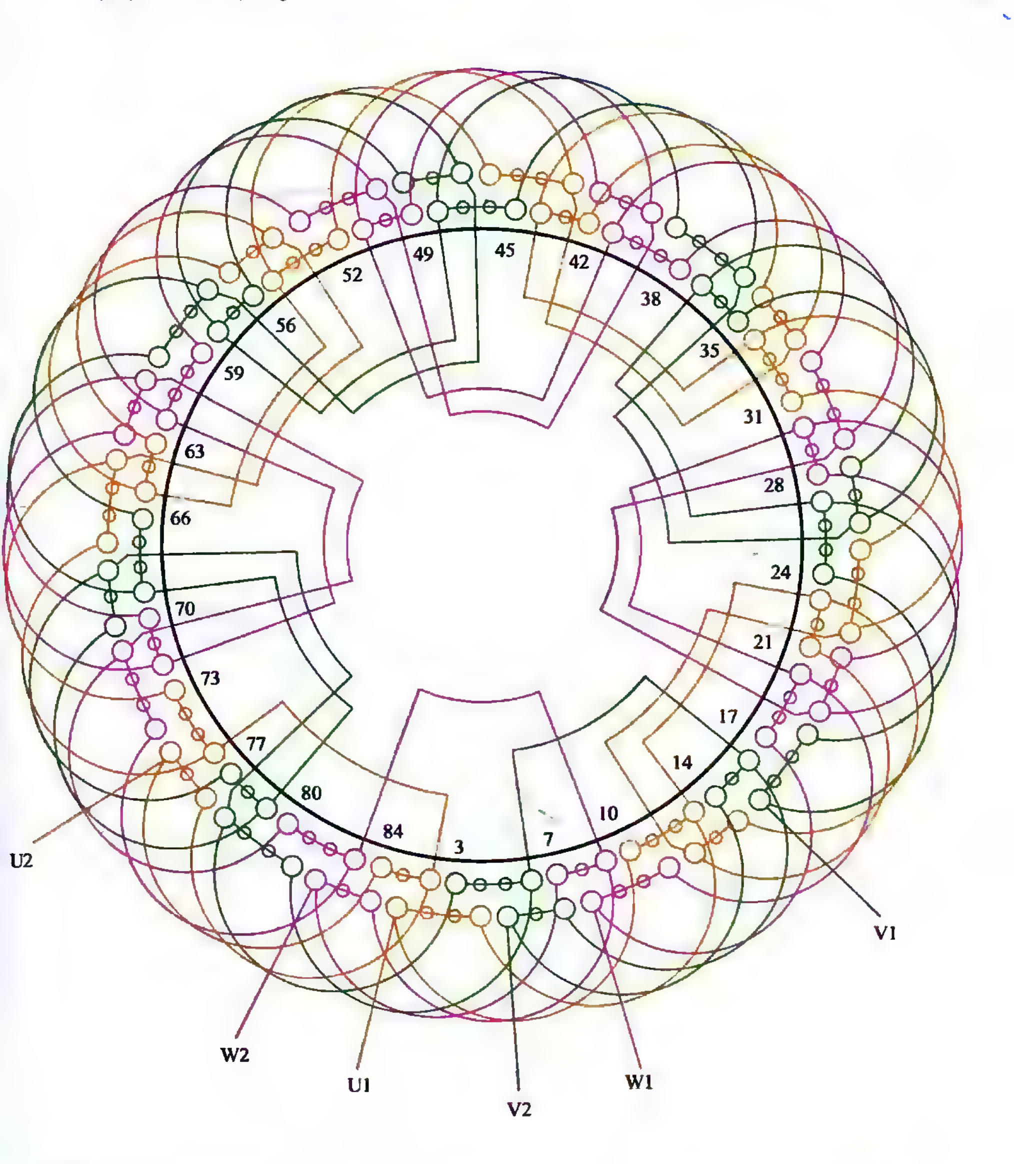


图 1-19　84 槽 8 极（$y=9$、$a=1$）三相高压电动机（分数）绕组双层叠式布线

1.2.9 90槽10极（$y=7$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=90$	电机极数	$2p=10$	总线圈数	$Q=90$
线圈组数	$u=30$	每组圈数	$S=3$	极相槽数	$q=3$
绕组极距	$\tau=9$	线圈节距	$y=7$	并联路数	$a=1$
每槽电角	$\alpha=20°$	分布系数	$K_d=0.96$	节距系数	$K_p=0.94$
绕组系数	$K_{dp}=0.902$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是10极绕组，全部由3联组构成，每相由10组线圈按同相相邻反极性串联而成；线圈采用正常的节距，即线圈节距较极距缩短2槽，能有效削减高次谐波干扰，且具有较好的嵌绕工艺性。采用一路串联是为适应高压电动机，故也应用于JR1410-10型高压绕线电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见表1-20。

表1-20 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	90	89	88	87	86		85		84		83		82		81
	上层									3		2		1		90		89	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层		80		79		……		14		13		12		11		10		9
	上层	88		87		86	……			21		20		19		18		17	
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层		8		7		6		5		4								
	上层	16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 1-20 所示。

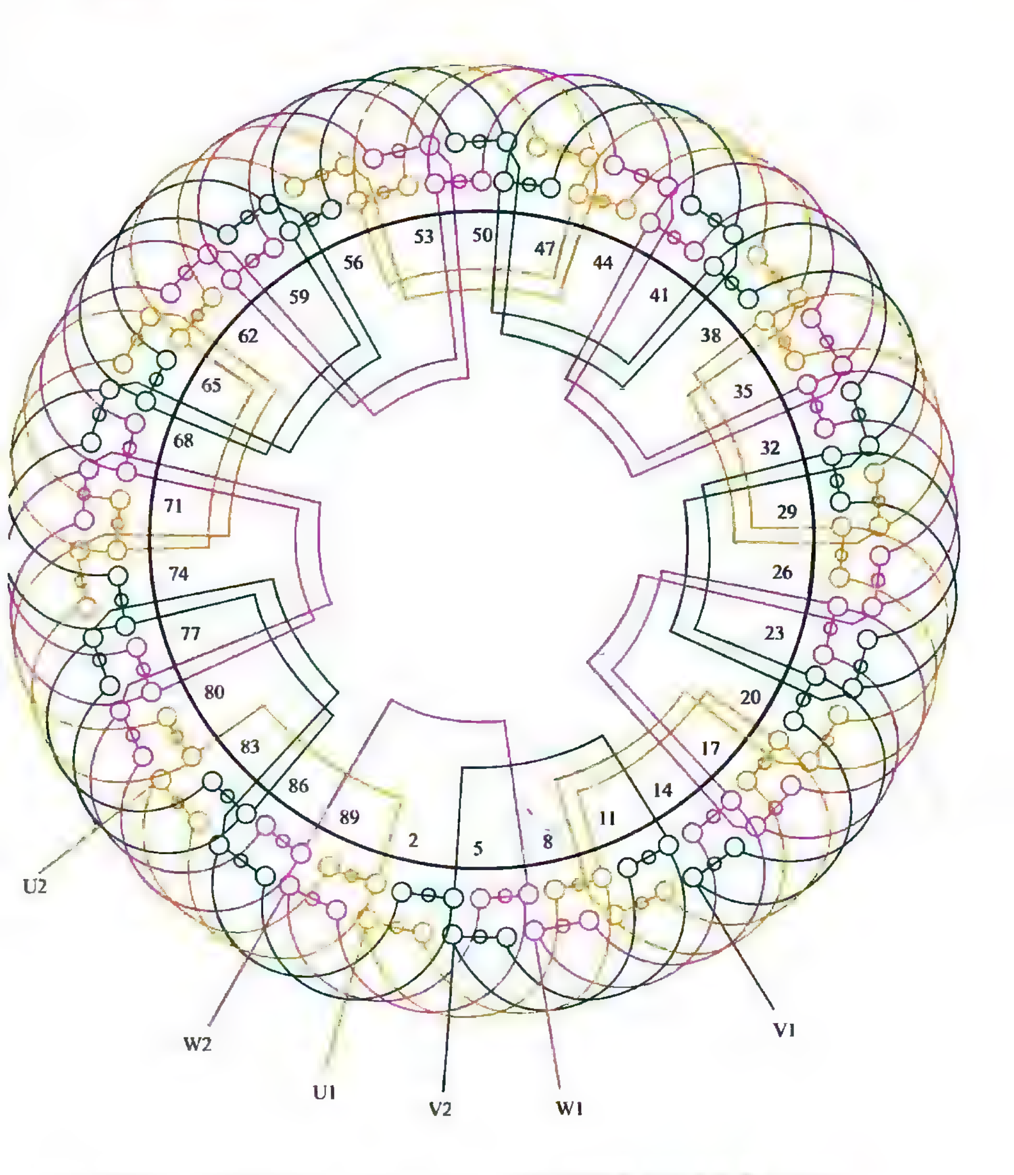


图 1-20　90 槽 10 极（$y=7$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.2.10　90 槽 10 极（$y=8$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=90$　　电机极数　$2p=10$　　总线圈数　$Q=90$
线圈组数　$u=30$　　每组圈数　$S=3$　　极相槽数　$q=3$
绕组极距　$\tau=9$　　线圈节距　$y=8$　　并联路数　$a=1$
每槽电角　$\alpha=20°$　　分布系数　$K_d=0.96$　　节距系数　$K_p=0.985$
绕组系数　$K_{dp}=0.946$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是 10 极绕组，每相由 10 个三联组按一正一反串联成一路接法。90 槽属于大型电机，而一路串联则适宜于高电压，所以，本绕组主要应用大型高压电动机，如 JRQ158-10、JS116-10 和 JS136-10 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 8。嵌线顺序见表 1-21。

表 1-21　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	90	89	88	87	86	85		84		83		82		81	
	上层										3		2		1		90		89
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		157	158	159	160	161	162
槽号	下层	80		79		78		77		76		……		11		10		9	
	上层		88		87		86		85		84	……			19		18		17
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 1-21 所示。

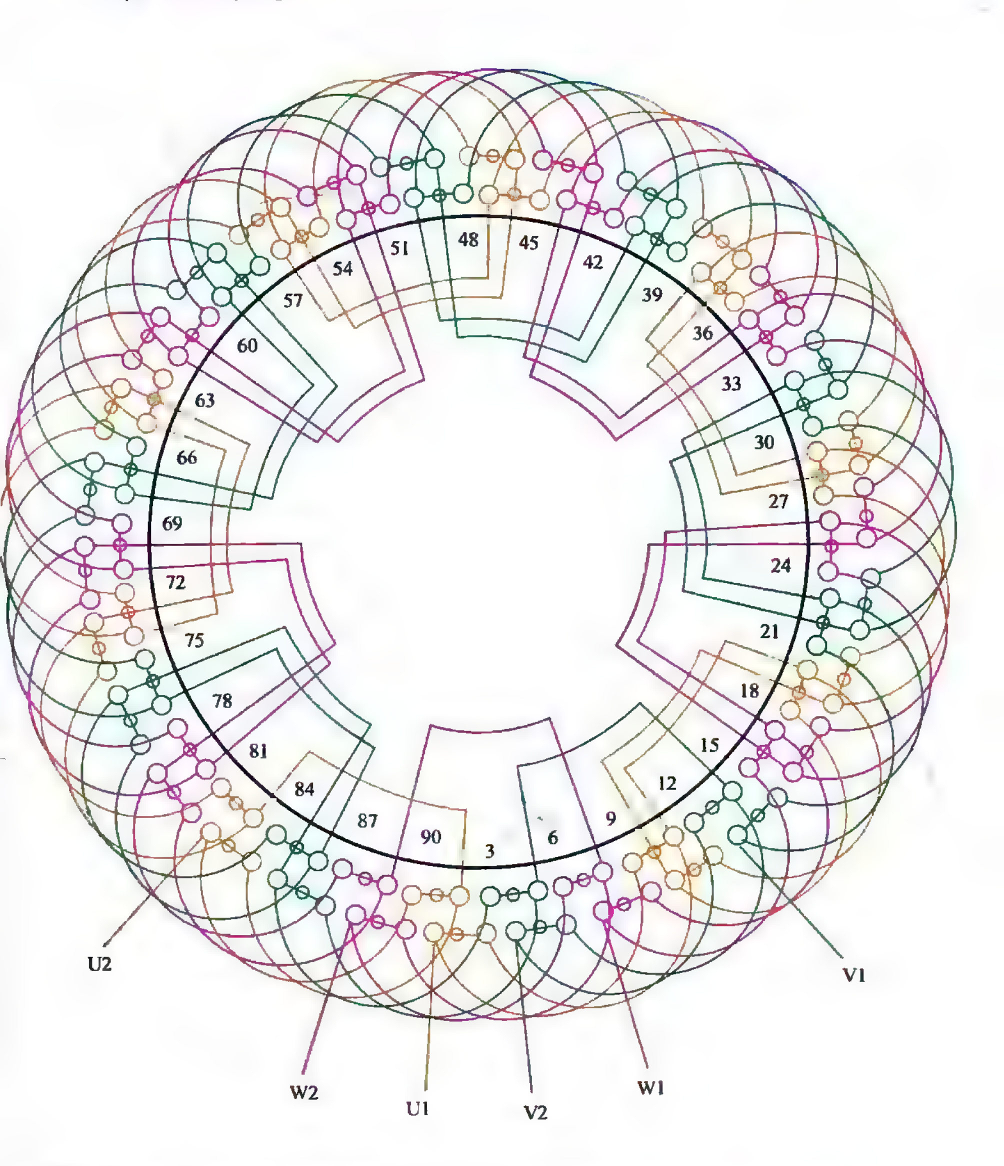


图 1-21　90 槽 10 极（$y=8$、$a=1$）三相高压电动机绕组双层叠式布线

1.2.11　90槽12极（$y=6$、$a=1$）三相高压电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=90$　　电机极数　$2p=12$　　总线圈数　$Q=90$

线圈组数　$u=36$　　每组圈数　$S=3、2$　　极相槽数　$q=2\frac{1}{2}$

绕组极距　$\tau=7\frac{1}{2}$　　线圈节距　$y=6$　　并联路数　$a=1$

每槽电角　$\alpha=24°$　　分布系数　$K_d=0.957$　　节距系数　$K_p=0.951$

绕组系数　$K_{dp}=0.91$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例90槽12极，每极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$，属分数槽绕组；线圈组由三圈、双圈构成，线圈组分布规律为3 2 3 2……。因是大容量高电压，绕组采用一路接法，接线时同相相邻线圈组必须反极性串联。此绕组主要应用实例有JS148-12、JRQ1510-12以及Y450-12中的某些规格。

（3）绕组嵌线方法

本例嵌线采用交叠法，吊边数为6。嵌线顺序见表1-22。

表1-22　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	90	89	88	87		86		85		84		83		82	
	上层								3		2		1		90		89		88
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层	81		80		79	……			14		13		12		11		10	
	上层		87		86		……		21		20		19		18		17		16
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层	9		8		7		6		5		4							
	上层		15		14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 1-22 所示。

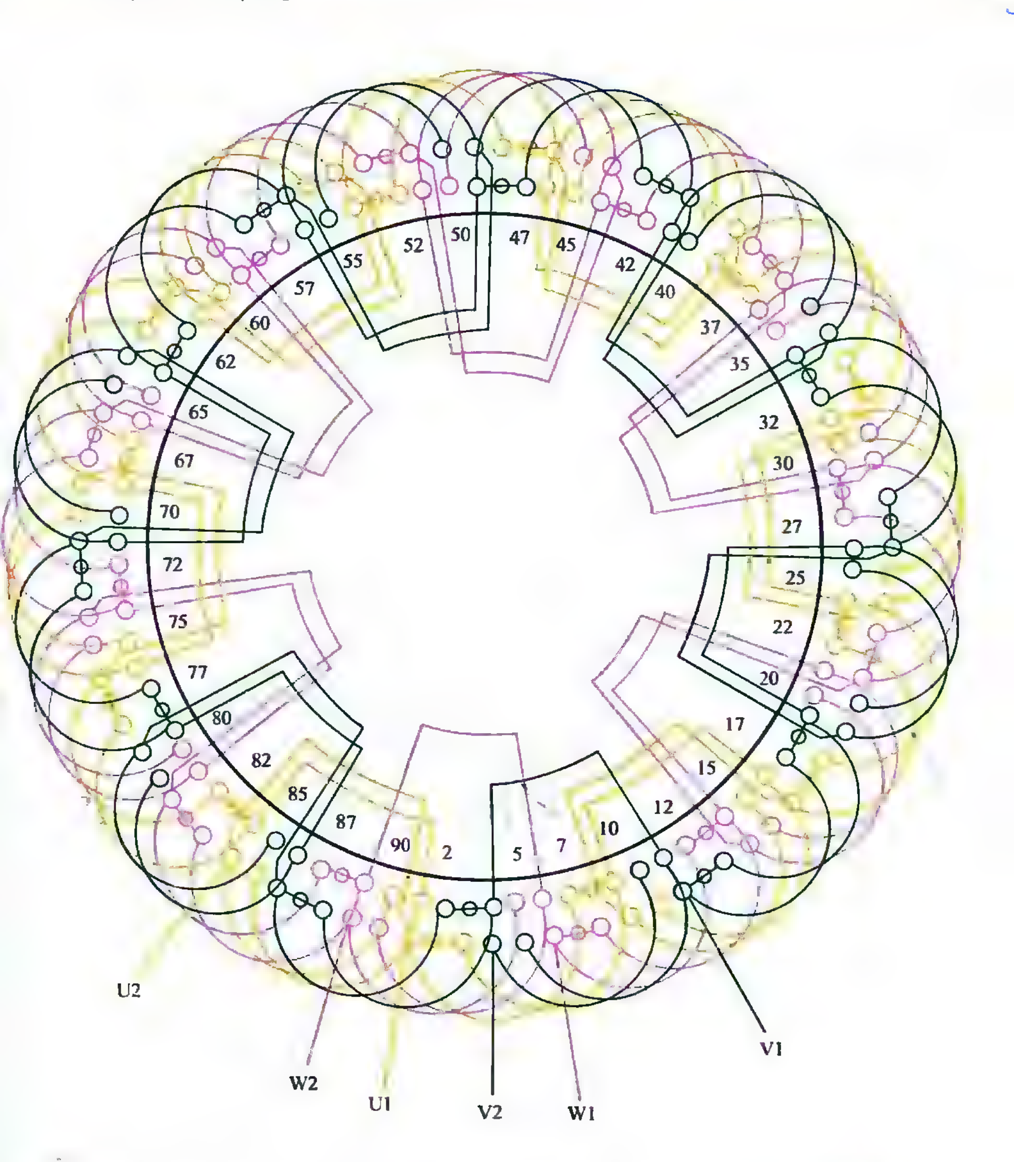


图 1-22　90 槽 12 极（$y=6$、$a=1$）三相高压电动机（分数）绕组双层叠式布线

1.2.12　90 槽 12 极（$y=7$、$a=1$）三相高压电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=90$	电机极数	$2p=12$	总线圈数	$Q=90$
线圈组数	$u=36$	每组圈数	$S=2$、3	极相槽数	$q=2\frac{1}{2}$
绕组极距	$\tau=7\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=7$	并联路数	$a=1$
每槽电角	$\alpha=24°$	分布系数	$K_d=0.957$	节距系数	$K_p=0.995$
绕组系数	$K_{dp}=0.952$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组每相极槽数 $q=2\frac{1}{2}$，属分数（槽）绕组，线圈组由三、双圈组成，分布循环规律是 3 2 3 2……。本绕组线圈节距较上例增长一槽，绕组系数略有提高。此绕组应用于容量较大的电机，主要应用实例有 JRQ147-12、Y500-12 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 1-23。

表 1-23　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	8	7	6	5	4	3	2	1		90		89		88		87		86
	上层									8		7		6		5		4	

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层		85		84		83		82	……		17		16		15		14
	上层	3		2		1		90		……	25		24		23		22	

嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层		13		12		11		10		9								
	上层	21		20		19		18		17		16	15	14	13	12	11	10	9

(4) 绕组端面布接线

如图 1-23 所示。

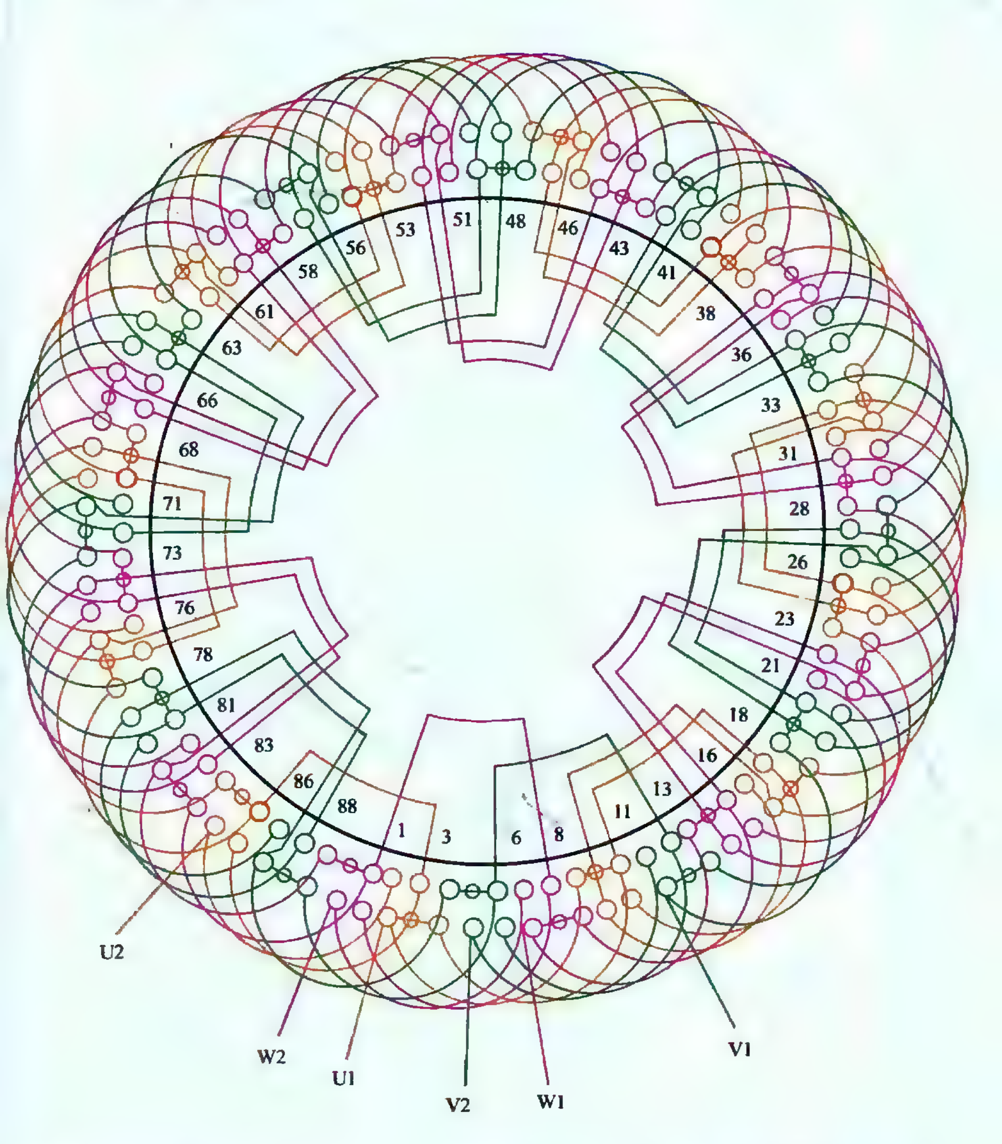


图 1-23　90 槽 12 极（$y=7$、$a=1$）三相高压电动机（分数）绕组双层叠式布线

第 2 章

三相系列大型异步电动机绕组

三相系列电动机主要是指常规（380V）电压使用的电动机，还包含绕线式高压电动机的转子绕组。本章主要介绍大功率的大型系列。所谓大型的划分，各书定义不同，而本书无意定义，但为了便于读者查找，特将铁芯槽数为界限，并设 72 槽及以上者定为大型，其中再分 72 槽、90 槽、96 槽三个节级。虽然三相交流系列电动机的绕组型式繁多，但大型电机主要用双层叠式；不过仍有少量电机选用单层布线，故在章、节编排时以槽数为节，并以多槽数在前，以下逐级递减的逆序排列；同极之内再以线圈节距（y）及并联支路（a）顺次排序；之后再根据绕组型式（双层叠式，单层叠式、链式、同心式及交叉式等）编排。

此外，本章涉及的有关问题作如下说明。

(1) 三相电动机绕组系数

① 双层绕组

$$K_{dp}=K_dK_p=\frac{0.5}{C\sin\left(\frac{30^\circ}{C}\right)}\sin\left(90^\circ\frac{y}{\tau}\right)$$

② 单层绕组

$$K_{dp}=K_d=\frac{0.5}{q\sin\left(\frac{30^\circ}{q}\right)}$$

式中　K_d——绕组分布系数；

K_p——绕组节距系数，双层绕组按线圈节距（y）计算；单层绕组除个别特例说明外，一般均属全距，即 $K_p=1$；

τ——绕组极距，$\tau=Z/2p$，槽；

q——每极相槽数，$q=Z/2pm$，槽；

C——当 q = 整数时，$C=q$；若 q 为分数，则 C 是不可约的假分数分子。

(2) 绕组嵌线表

嵌线表是初学者嵌线次序的指引，由于各人操作工艺习惯有别，故此表仅供参考。此外，当槽数较多时，表格篇幅过大而版面容纳不下，故将表中段简化以缩小版面。

(3) 绕组接法与引出线

小型三相系列电动机为方便用户适应使用电压，常设计出线 6 根，并通过接线盒变换接法。但大型电动机电流极大，接线盒结构无法适应大电流变换，故通常都设计成单一 Y 形或△形的接法，所以只有三根引出线。这样便使每一绕组变成 Y、△两例，徒费篇幅。为使本绕组布接线图能为各型电机通用，本书仍以 6 根出线绘图，如若修理的是三根引线，则修理时把 U2、V2、W2 在机内接成星点，只引出 U1、V1、W1 成为 Y 形绕组；若是△形绕组，则在内部将 U2 与 V1；V2 与 W1；W2 与 U1 分别连接后，也引出 U1、V1、W1 三根出线。

2.1 96槽系列电动机绕组端面布接线图

96槽（含105槽）系列铁芯绝对是大型电机，按绕组构成原理，96槽级别铁芯可以绕制很多种极数的绕组，但因大型电机的重量重、惯性大，故不宜制成高转速产品。而实际使用中除个别四、六极之外，常见的以八极、十极较多。96槽电动机中，几乎只用双层叠式布线，而仅有一例作为双绕组多速电动机的配套绕组采用单层链式布线。

本节编排是以槽数为序，并以多槽数为先的逆序排列，故本节先排105槽，再排96槽。本系列实用电动机绕组仅8例，用端面模拟图画出，供读者修理时选用参考。

2.1.1 105槽6极（$y=18$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=105$	电机极数	$2p=6$	总线圈数	$Q=105$
线圈组数	$u=18$	每组圈数	$S=6、5$	极相槽数	$q=5\frac{5}{6}$
绕组极距	$\tau=17\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=18$	并联路数	$a=1$
每槽电角	$\alpha=10.29°$	分布系数	$K_d=0.956$		
节距系数	$K_p=0.999$	绕组系数	$K_{dp}=0.956$		
出线根数	$c=6$				

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，每组线圈由6圈和5圈组成，因 $q=5\frac{5}{6}$，即每相6组中只有1组是5圈；由于无法满足完全对称条件，但其接法是Y形，故仍可构成非对称分数绕组，18个线圈组分配规律是：

6 6 6 5 6 6 6 6 6 6 5 6 6 6 6 6 6 5

$U\ V\ W\ U\ V\ \overline{W}\ U\ \overline{V}\ W\ \overline{U}\ V\ \overline{W}\ U\ \overline{V}\ W\ \overline{U}\ V\ \overline{W}$

此绕组主要用于转子绕组，应用实例有低压绕线式隔爆型电动机JBRO-450S-6的转子绕组。此外，本绕组极距 $\tau=17\frac{1}{2}$，却不知为何取线圈节距 $y=18$，因数据取材于手册资料，故绕组也照此绘制。

（3）绕组嵌线方法

绕组采用交叠法嵌线，吊边数为18。嵌线顺序见表2-1。

表2-1 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88
	上层																		

续表

嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
槽号	下层	87		86		85	……			5		4		3		2		1	
	上层		105		104		……		24		23		22		21		20		19
嵌绕次序		193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
槽号	下层																		
	上层	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-1 所示。

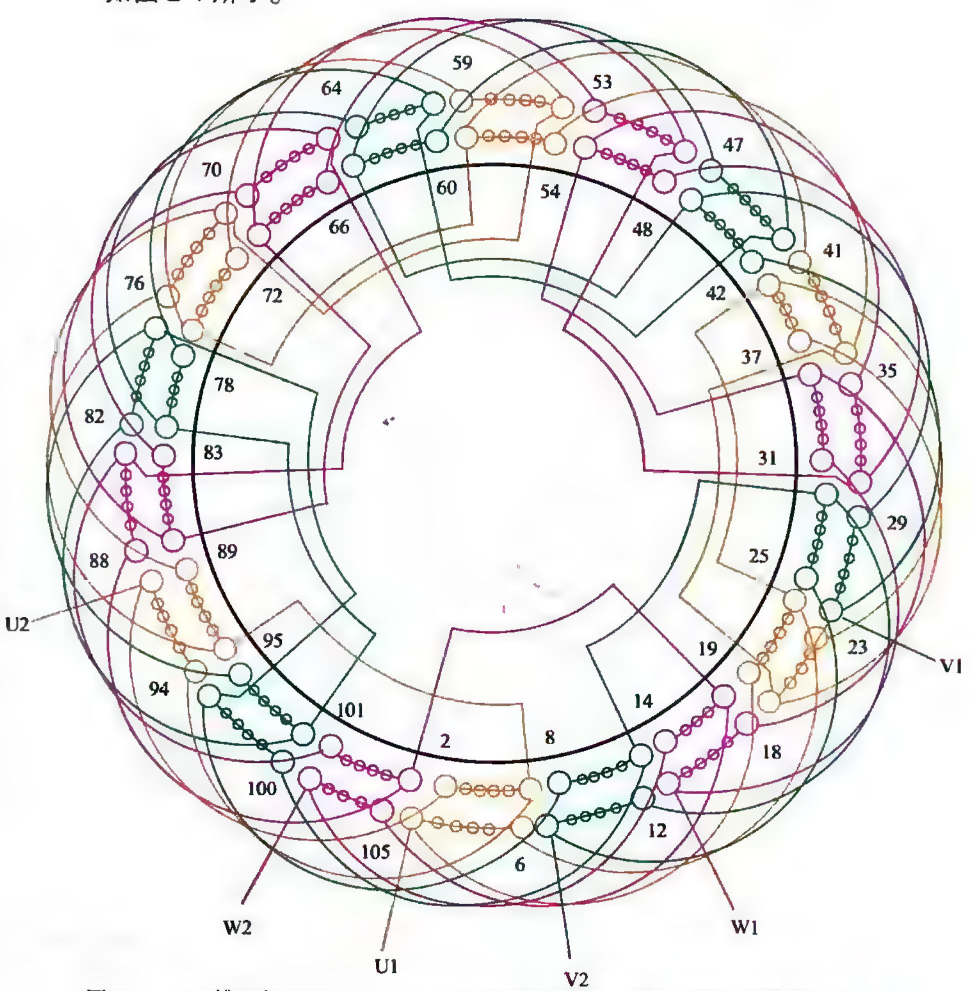


图 2-1　105 槽 6 极（$y=18$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.1.2 105槽10极（$y=10$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=105$　　电机极数 $2p=10$

总线圈数 $Q=105$　　线圈组数 $u=30$

每组圈数 $S=4、3$　　极相槽数 $q=3\frac{1}{2}$

绕组极距 $\tau=10\frac{1}{2}$　　线圈节距 $y=10$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=17.14°$

分布系数 $K_d=0.959$　　节距系数 $K_p=0.997$

绕组系数 $K_{dp}=0.956$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例每组由3、4圈组成，属分数绕组，其分数是1/2，故能满足对称条件，线圈分布规律是4 3 4 3……。此绕组应用于转子绕组，主要应用实例有JBRO-450L-10低压绕线式隔爆型电动机转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见表2-2。

表2-2　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95		94		93		92	
	上层												105		104		103		102
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……		186	187	188	189	190	191	192
槽号	下层	91		90		89		88		87	……			7		6		5	
	上层		101		100		99		98		……		18		17		16		15
嵌绕次序		193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-2 所示。

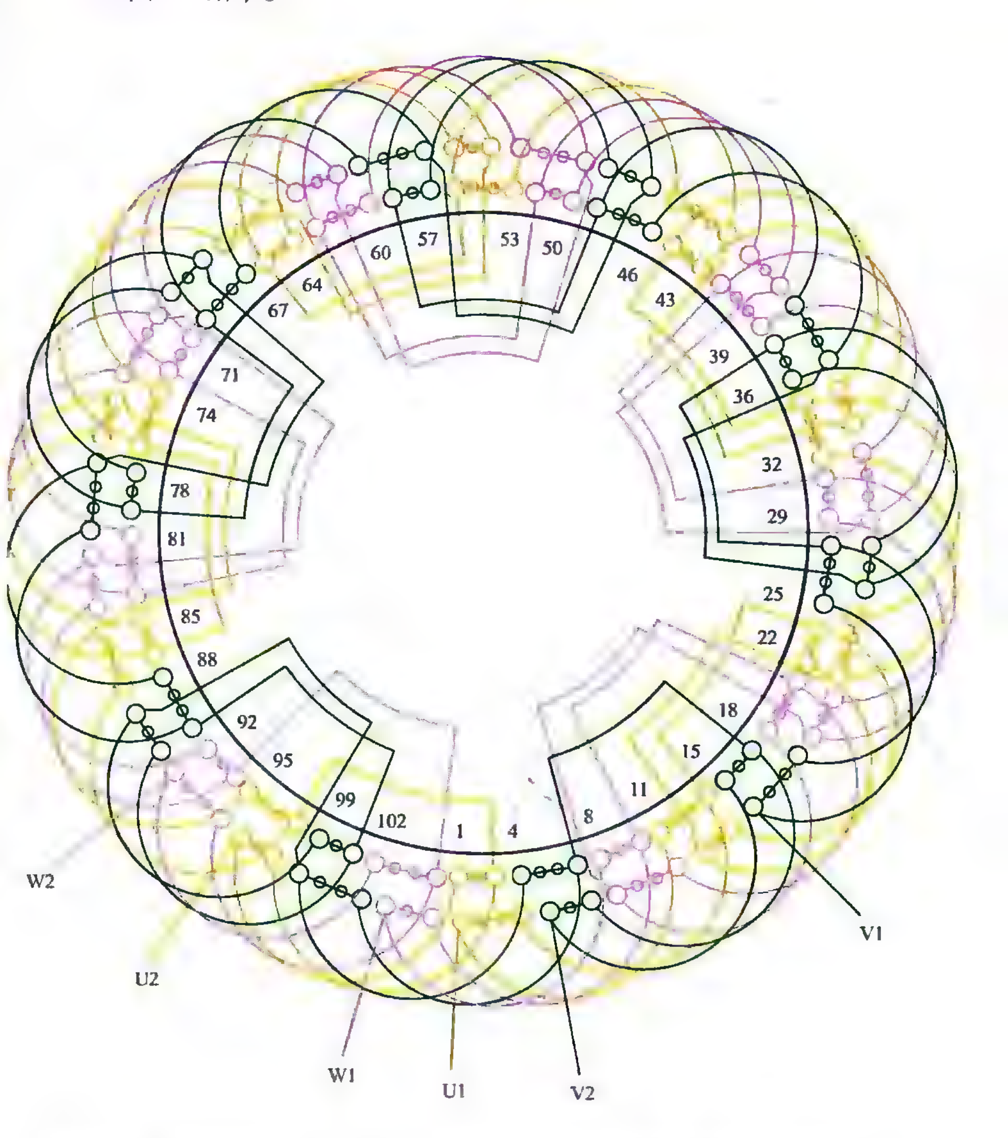


图 2-2　105 槽 10 极（$y=10$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.1.3 96 槽 4 极（$y=22$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=96$	电机极数	$2p=4$
总线圈数	$Q=96$	线圈组数	$u=12$
每组圈数	$S=8$	极相槽数	$q=8$
绕组极距	$\tau=24$	线圈节距	$y=22$
并联路数	$a=4$	每槽电角	$\alpha=7.5°$
分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.998$
绕组系数	$K_{dp}=0.954$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是 96 槽 4 极电动机用绕组，由于此型铁芯属于大型电机，铁芯内腔较大，即使线圈跨距大，吊边嵌线的难度也会得到缓解。此外，本例主要应用于 YZR2-315S-4 绕线式起重型电动机定子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例是双层叠绕，绕组必须采用交叠法吊边嵌线，吊边数为 22，属于吊边数较多的绕组。嵌线顺序见表 2-3。

表 2-3 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79
	上层																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		167	168	169	170	171	172	173	174
槽号	下层	78	77	76	75	74		73		……		2		1					
	上层						96		95	……			24		23	22	21	20	19
嵌绕次序		175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
槽号	下层																		
	上层	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图2-3所示。

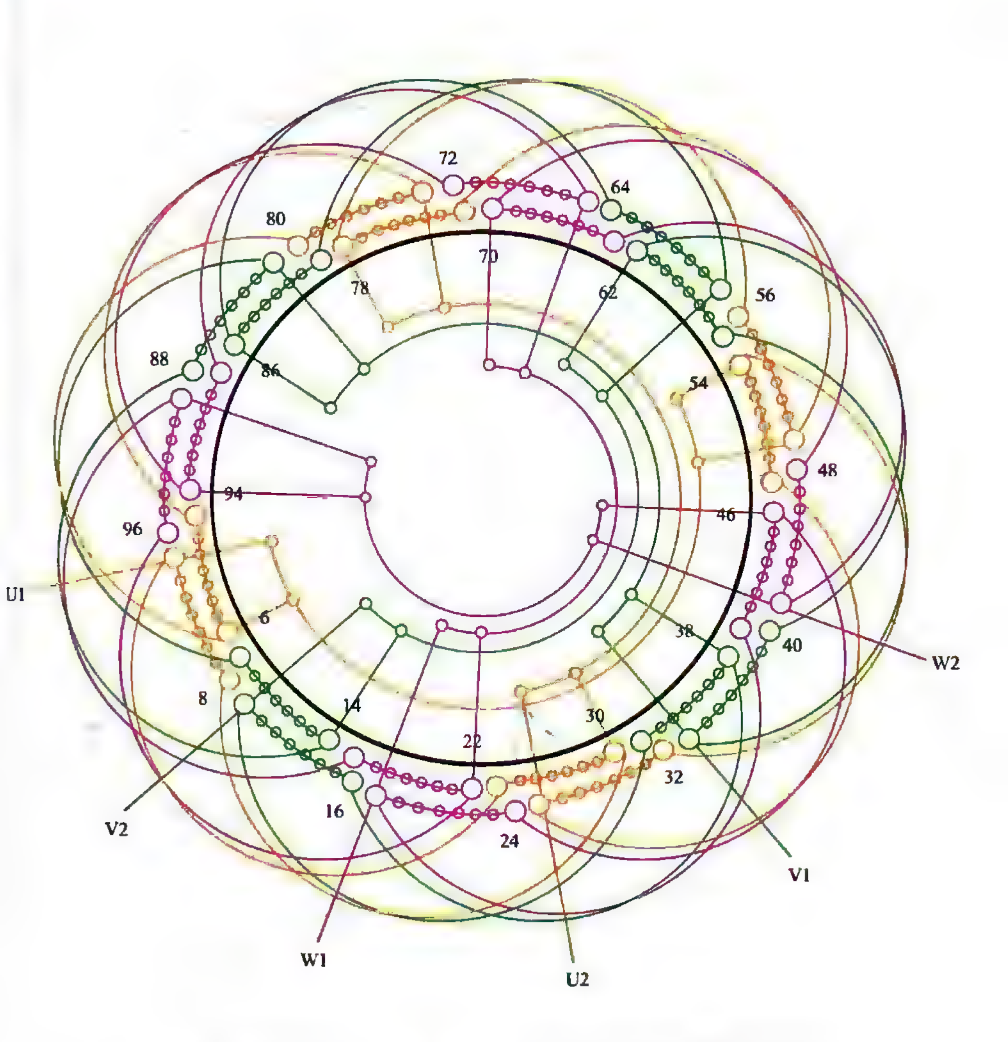


图2-3　96槽4极（$y=22$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.1.4 96 槽 4 极（$y=23$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=96$　　电机极数 $2p=4$

总线圈数 $Q=96$　　线圈组数 $u=12$

每组圈数 $S=8$　　极相槽数 $q=8$

绕组极距 $\tau=24$　　线圈节距 $y=23$

并联路数 $a=4$　　每槽电角 $\alpha=7.5°$

分布系数 $K_d=0.956$　　节距系数 $K_p=0.998$

绕组系数 $K_{dp}=0.954$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是 4 极绕组，每相由 4 组线圈组成，每组构成一支路，并按同相相邻反极性并联构成四路并联。此绕组选用节距较大，嵌线吊边数多达 23，但绕组系数较高。主要应用实例有 YZR2-315M-4。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 23。嵌线顺序见表 2-4。

表 2-4　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	8	7	6	5	4	3	2	1	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87
	上层																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		167	168	169	170	171	172	173	174
槽号	下层	86	85	84	83	82	81		80	……			9						
	上层							8		……		33		32	31	30	29	28	27
嵌绕次序		175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
槽号	下层																		
	上层	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9

(4) 绕组端面布接线

如图 2-4 所示。

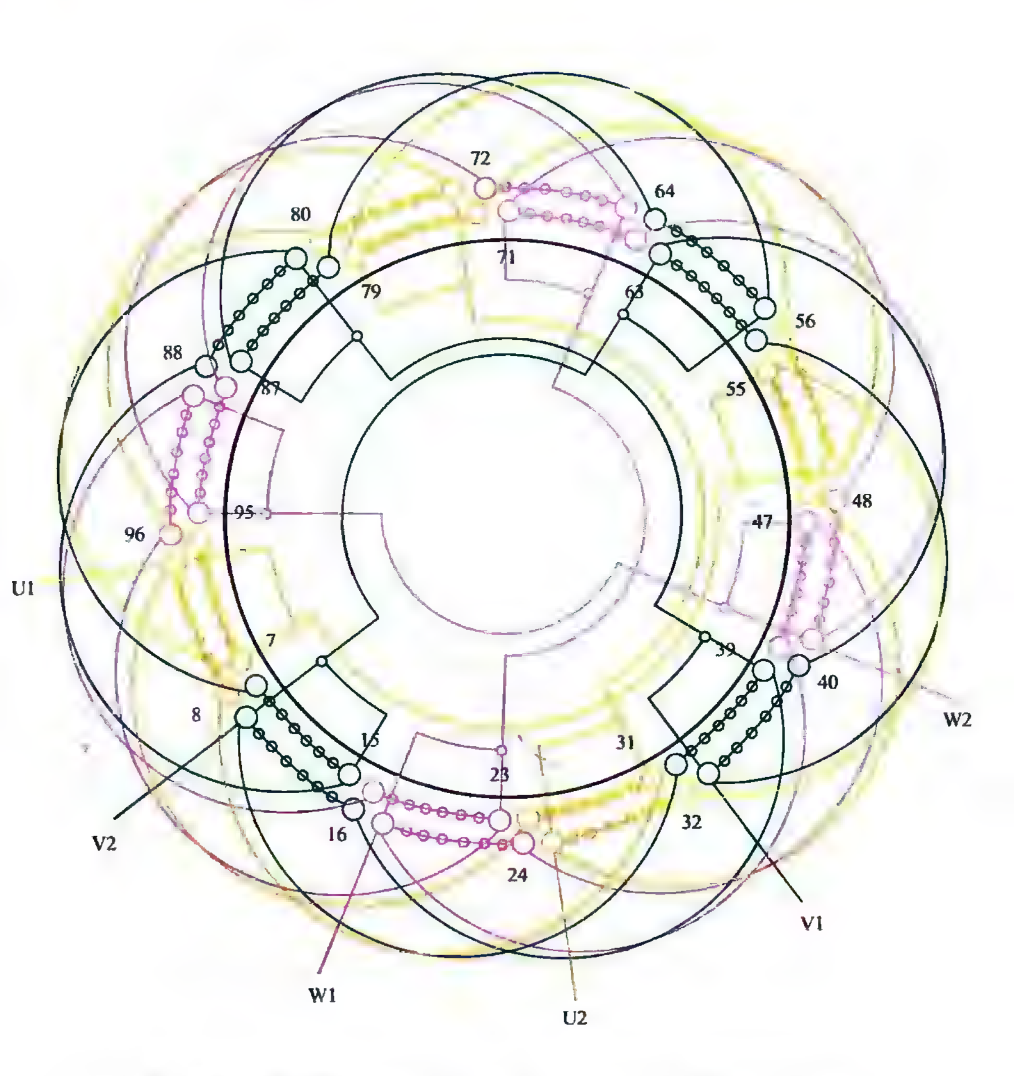


图 2-4　96 槽 4 极（$y=23$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.1.5 96槽8极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=96$	电机极数	$2p=8$
总线圈数	$Q=96$	线圈组数	$u=24$
每组圈数	$S=4$	极相槽数	$q=4$
绕组极距	$\tau=12$	线圈节距	$y=11$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=15°$
分布系数	$K_d=0.958$	节距系数	$K_p=0.991$
绕组系数	$K_{dp}=0.949$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是8极二路并联绕组，每相八组绕圈分两个支路，每支路由4组同极性的绕圈组串联而成，即右行方向的4组顺串为一支路；左行方向的4组线圈也同极性顺串为另一支路。也就是通常所说的长跳接线。本绕组主要应用实例有YZR2-355M-8等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见表2-5。

表2-5 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85		84		83		82
	上层													96		95		94	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174
槽号	下层		81		80		……		9		8		7		6		5		4
	上层	93		92		91	……			20		19		18		17		16	
嵌绕次序		175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-5 所示。

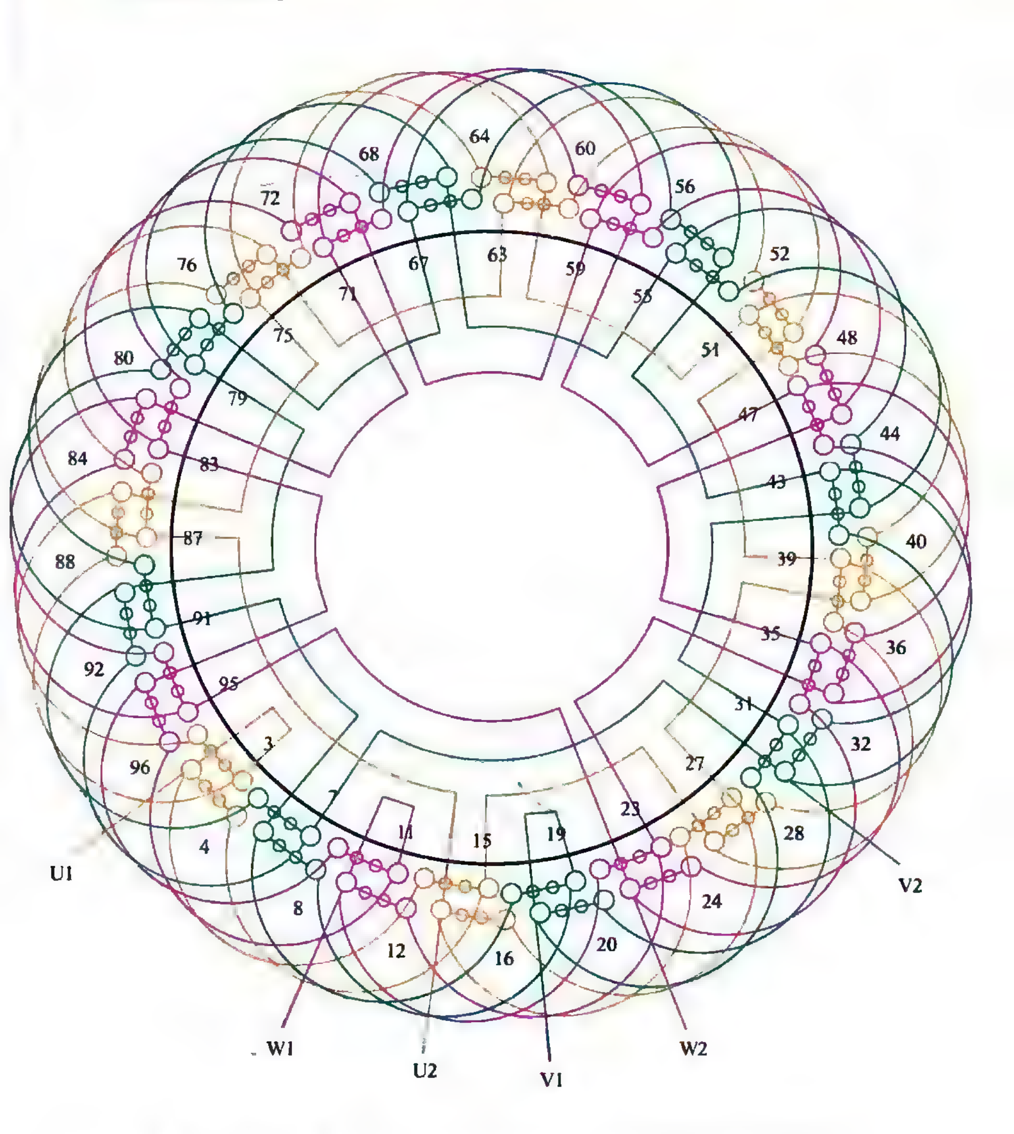


图 2-5　96 槽 8 极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.1.6　96 槽 8 极（$y=11$、$a=8$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=96$　　　　电机极数　$2p=8$

总线圈数　$Q=96$　　　　线圈组数　$u=24$

每组圈数　$S=4$　　　　极相槽数　$q=4$

绕组极距　$\tau=12$　　　　线圈节距　$y=11$

并联路数　$a=8$　　　　每槽电角　$\alpha=15°$

分布系数　$K_d=0.958$　　　　节距系数　$K_p=0.991$

绕组系数　$K_{dp}=0.949$　　　　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是 8 极绕组，每相由 8 组线圈组成，因是 8 路并联，故每一支路仅有一组线圈，并按相邻反极性并接而成。本绕组用于容量较大的电机，主要应用实例有 YZR2-355L1-8 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 11。嵌线顺序见表 2-6。

表 2-6　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	1	3	2	1	96	95	94	93	92	91	90	89		88		87		86
	上层													4		3		2	
嵌绕次序		19	20	21	22		……		164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174
槽号	下层		85		84		……		13		12		11		10		9		8
	上层	1		96			……			24		23		22		21		20	
嵌绕次序		175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
槽号	下层		7		6		5												
	上层	19		18		17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图 2-6 所示。

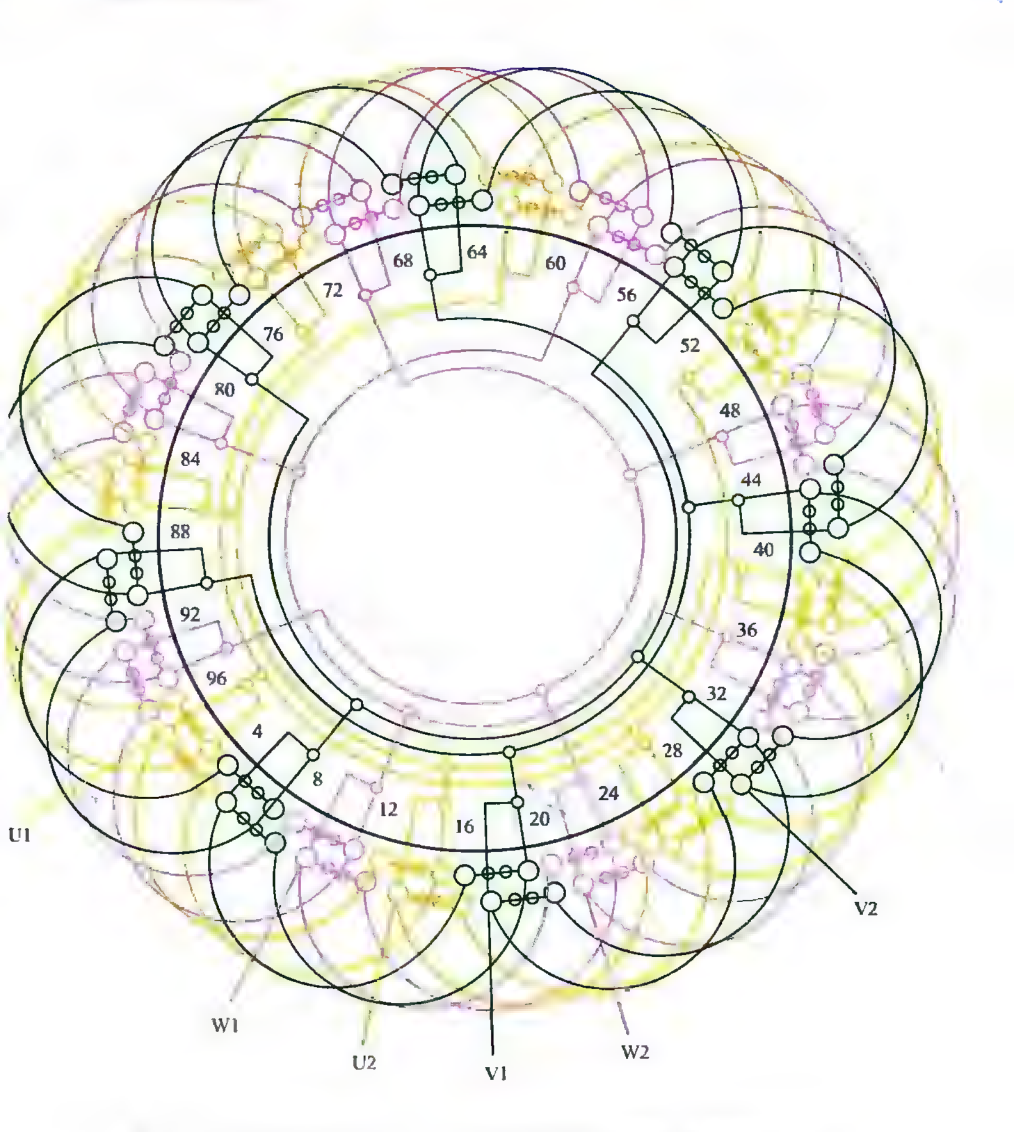


图 2-6　96 槽 8 极（y=11、a=8）三相电动机绕组双层叠式布线

2.1.7 96槽8极（$y=12$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=96$　　电机极数 $2p=8$

总线圈数 $Q=96$　　线圈组数 $u=24$

每组圈数 $S=4$　　极相槽数 $q=4$

绕组极距 $\tau=12$　　线圈节距 $y=12$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=15°$

分布系数 $K_d=0.958$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.958$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例线圈节距等于极距，故是整距绕组，因此吊边数多，给嵌线带来一定难度。但此绕组仅见用于转子，因没有内腔的限制，从而化解了因吊边而造成的嵌线困难。绕组采用一路串联，接线时按相邻组间反极性连接。主要应用实例有 YZR2-315S2-8 转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 12。嵌线顺序见表 2-7。

表 2-7　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	96	95	94	93	92	91	90	89	88		87		86	
	上层														4		3		2
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27		……		169	170	171	172	173	174
槽号	下层	85		84		83		82		81		……		10		9		8	
	上层		1		96		95		94			……			22		21		20
嵌绕次序		175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
槽号	下层	7		6		5													
	上层		19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图 2-7 所示。

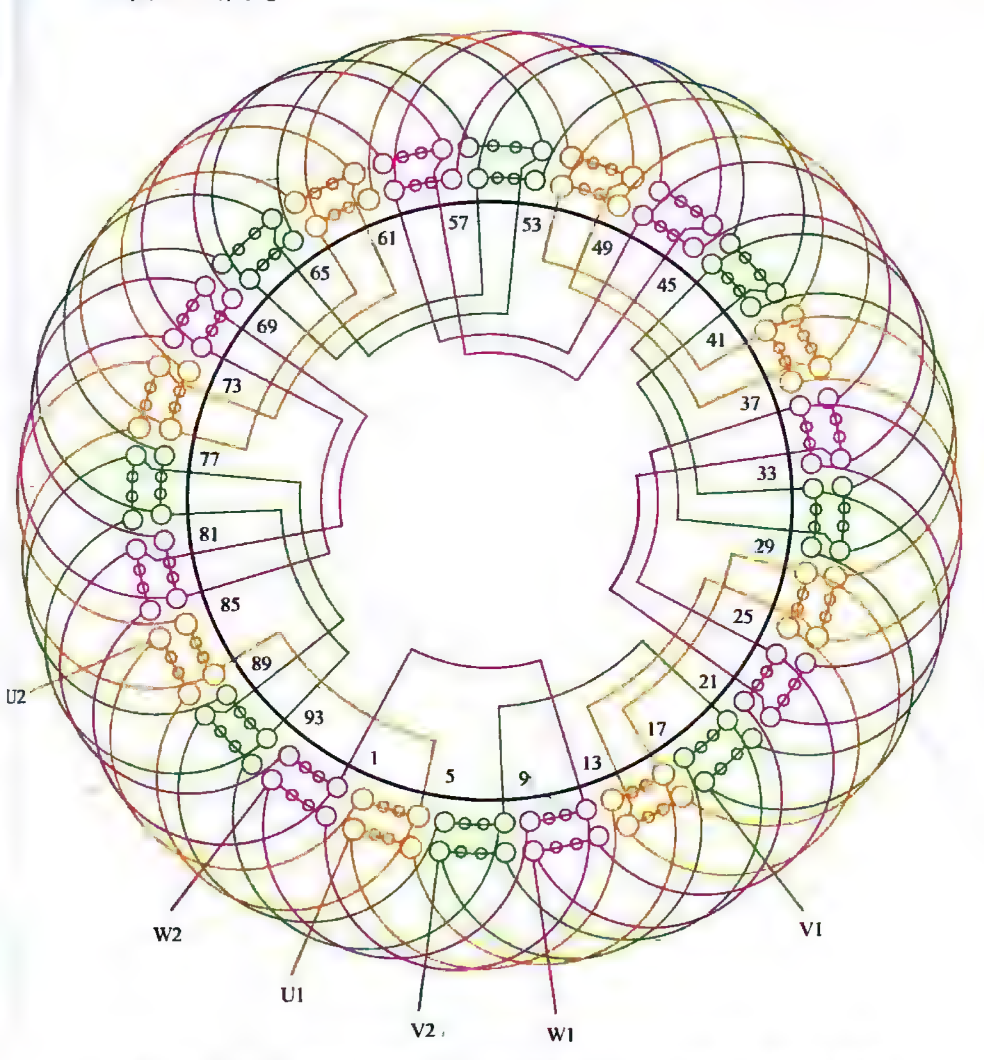


图 2-7　96 槽 8 极（$y=12$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

注：标题解释——本例是双层叠式（见例 1.1.6 注）的特殊型式，特殊在于“整距”，即其线圈节距 $y=\tau$，故称整距（或全距）。双层叠式整距布线主要应用于绕线式转子，而定子的应用极为少见。以下凡双层叠式（整距）布线同此解释。

2.1.8 96槽32极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=96$	电机极数	$2p=32$
总线圈数	$Q=48$	线圈组数	$u=48$
每组圈数	$S=1$	极相槽数	$q=1$
绕组极距	$\tau=3$	线圈节距	$y=3$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=60°$
绕组系数	$K_{dp}=1$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是单层链式并采用庶极布线的绕组，每组只有1只线圈，每相由16只极性相同的线圈（组）串联而成，也就是说要使同相相邻线圈顺向串联，即“尾与头”相接；而且使三相分布互差120°电角。此绕组因是庶极布线，其每相线圈数仅有极数的一半，故其嵌线比较方便。此绕组应用于4/8/32极双绕组三速电动机中的32极配套绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，但因单层线圈无上下层之分，故把每线圈先嵌入槽的边称为“沉边”，后嵌入的边称“浮边”。嵌线顺序见表2-8。

表2-8 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	95	93		91		89		87		85		83		81		79		77
	浮边			2		94		92		90		88		86		84		82	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		73	74	75	76	77	78
槽号	沉边		75		73		71		69		67	……			21		19		17
	浮边	80		78		76		74		72		……		28		26		24	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	沉边		15		13		11		9		7		5		3		1		
	浮边	20		18		16		14		12		10		8		6		4	2

(4) 绕组端面布接线

如图 2-8 所示。

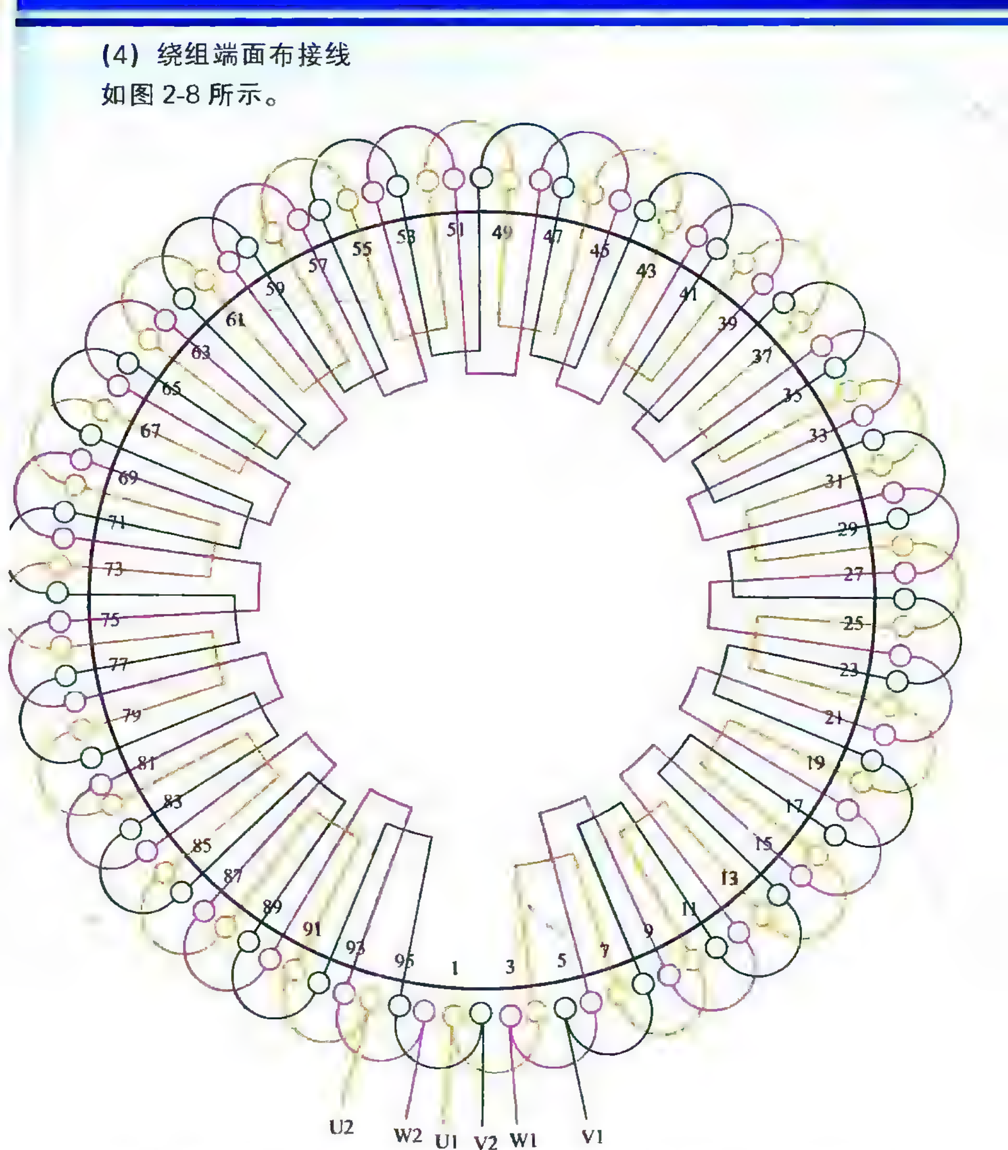


图 2-8　96 槽 32 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

注：标题解释——本例是单层链式庶极布线。其中“单层”是指每槽只有一线圈边，因绕组展开后如链相扣，故称“链式”；绕组有显极和庶极两种布线，本例为庶极，其特征是每相线圈（组）数仅为极数的一半；每组圈数 $S=1$，且极相槽数 $q=1$；线圈节距 $y=3$。绕组为庶极接线，即同相相邻线圈（组）极性相同。以下凡单层链式庶极布线均同此解释。

2.2 90 槽系列电动机绕组端面布接线图

90 槽系列包括 90、84、81 及 75 槽铁芯，属于大型电动机规格，其中 90 槽铁芯可绕制除 8 极以外的其他极数绕组，但因是大型，其重量惯性大，故也不宜制成二、四极等转速高的电动机；而 84、81、75 槽主要应用于大型的绕线式转子，极少用于定子电枢。本系列中主要的绕组型式是双层叠式；但有一例采用单层叠式庶极布线。

此外，由于绕组型式高、低压通用，其中 90 槽 12 极（$y=6$、$a=1$）；90 槽 12 极（$y=7$、$a=1$）；84 槽 8 极（$y=7$、$a=1$）；84 槽 8 极（$y=9$、$a=1$）等四例与高压电动机绕组兼有，为免重复，本章从略。读者如需可从上一章查取。本节收入实用绕组图 27 例，绘成端面模拟图供读者参考。

2.2.1 90 槽 6 极（$y=13$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=90$　电机极数 $2p=6$　总线圈数 $Q=90$
线圈组数 $u=18$　每组圈数 $S=5$　极相槽数 $q=5$
绕组极距 $\tau=15$　线圈节距 $y=13$　并联路数 $a=6$
每槽电角 $\alpha=12°$　分布系数 $K_d=0.957$　节距系数 $K_p=0.978$
绕组系数 $K_{dp}=0.936$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组每相有 6 组线圈，每组由 5 只线圈顺串而成。由于是六路并联，故每一支路仅一组线圈，所以，同相相邻两组线圈为反向并联，从而确保同相相邻极性相反的原则规律。本绕组主要应用实例有 YZR2-315S-6。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 13。嵌线顺序见表 2-9。

表 2-9　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	90	89	88	87	86	85	84	83	82		81		80
	上层															5		4	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		157	158	159	160	161	162
槽号	下层		79		78		77		76		75	……			10		9		8
	上层	3		2		1		90		89		……		24		23		22	
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层		7		6														
	上层	21		20		19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

(4) 绕组端面布接线

如图 2-9 所示。

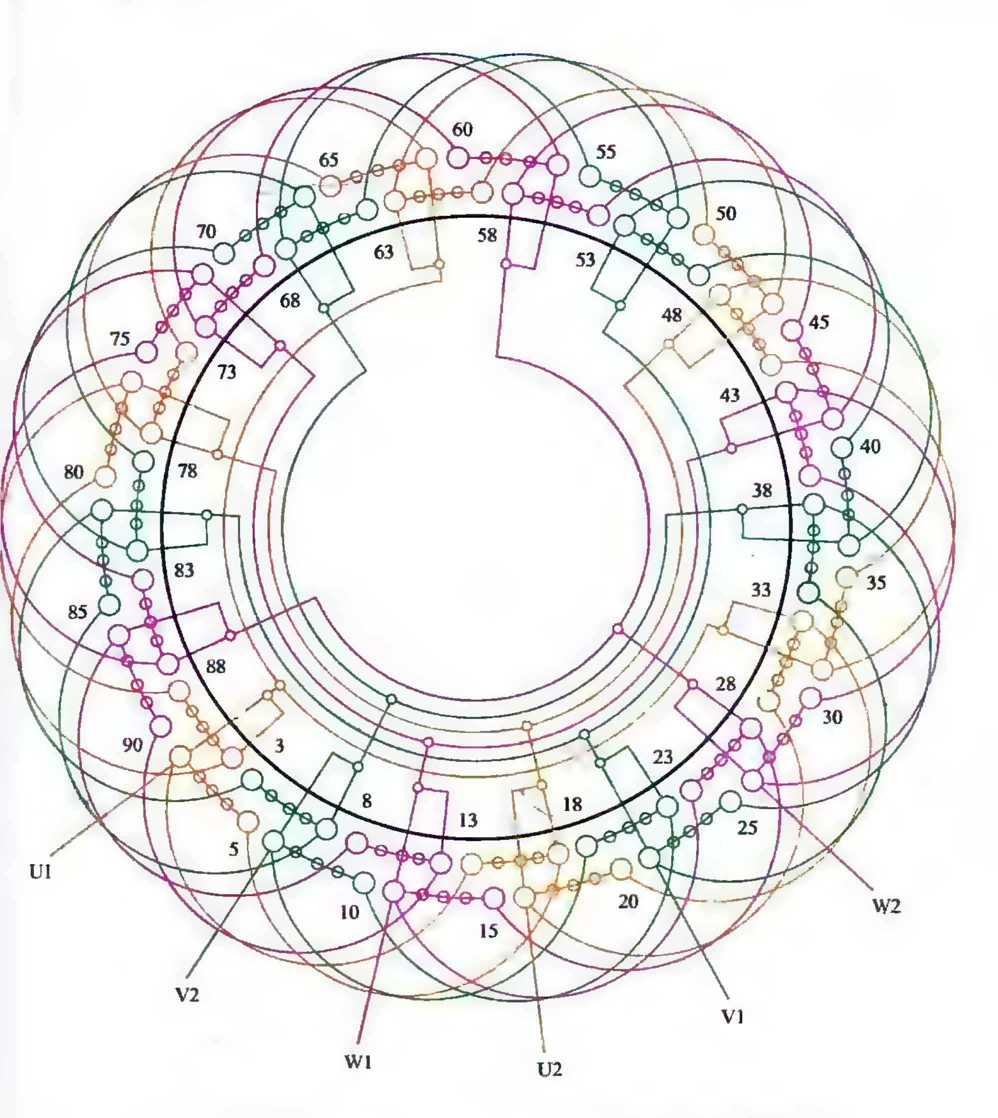


图 2-9　90 槽 6 极（$y=13$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.2.2 90 槽 6 极（$y=14$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=90$　　电机极数 $2p=6$

总线圈数 $Q=90$　　线圈组数 $u=18$

每组圈数 $S=5$　　极相槽数 $q=5$

绕组极距 $\tau=15$　　线圈节距 $y=14$

并联路数 $a=3$　　每槽电角 $\alpha=12°$

分布系数 $K_d=0.957$　　节距系数 $K_p=0.995$

绕组系数 $K_{dp}=0.952$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由五联组构成，每相有 6 组线圈，分为 3 个支路则每支路由相邻两个线圈组按反极性串联而成。绕组主要应用实例有低压隔爆型系列电动机 JBRO-450L-6。

（3）绕组嵌线方法

本例嵌线采用交叠法，吊边数为 14。嵌线顺序见表 2-10。

表 2-10　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76		75	
	上层																90		89
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层	71		73		72	……			7		6		5		4		3	
	上层		88		87		……		22		21		20		19		18		17
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层	2		1															
	上层		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-10 所示。

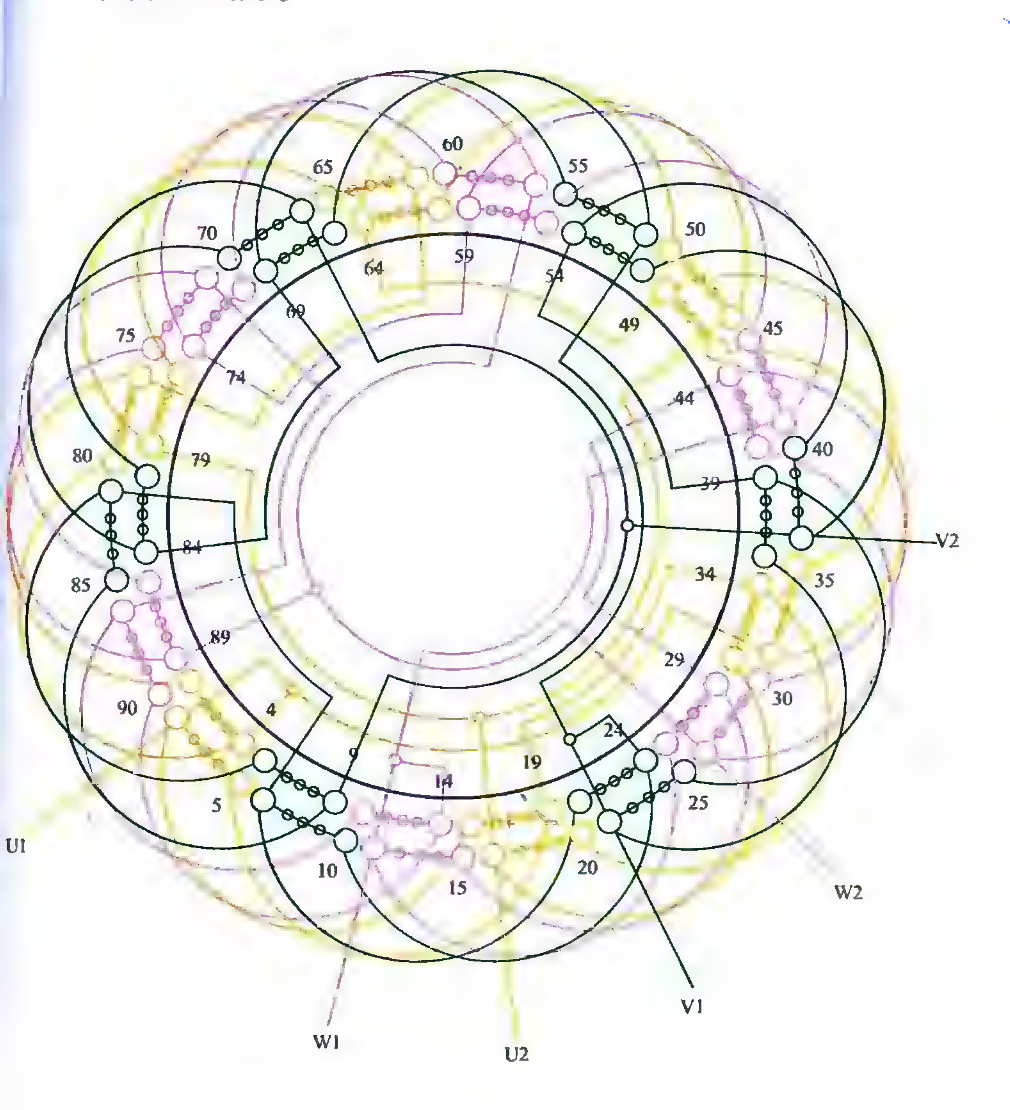


图 2-10　90 槽 6 极（$y=14$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.2.3　90槽6极（$y=14$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=90$　　电机极数　$2p=6$

总线圈数　$Q=90$　　线圈组数　$u=18$

每组圈数　$S=5$　　极相槽数　$q=5$

绕组极距　$\tau=15$　　线圈节距　$y=14$

并联路数　$a=6$　　每槽电角　$\alpha=12°$

分布系数　$K_d=0.957$　　节距系数　$K_p=0.995$

绕组系数　$K_{dp}=0.952$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由18组线圈组成，每相有6组线圈，因是6路并联，故每组线圈构成一个支路，但接线时必须使相邻两组极性相反。本例绕组实际应用极少，而且在国标系列中未见应用，仅见于YZR2-315M-6非国标中应用。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，由于线圈跨距大，嵌线需吊起14个线圈边。嵌线顺序见表2-11。

表2-11　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76		75	
	上层																90		89
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层	74		73		72		71		……		6		5		4		3	
	上层		88		87		86		85	……			20		19		18		17
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层	2		1															
	上层		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-11 所示。

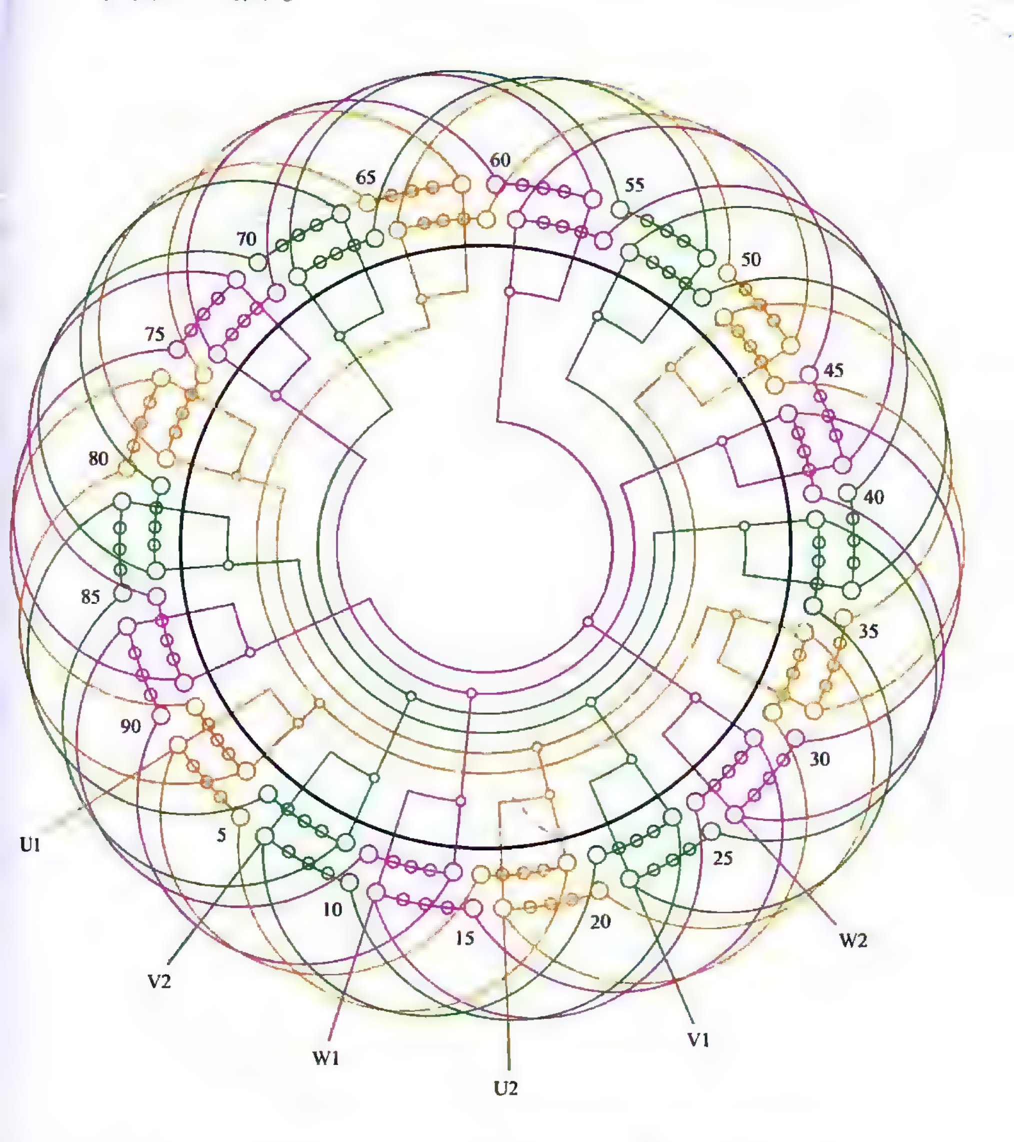


图 2-11　90 槽 6 极（$y=14$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.2.4 90槽6极（$y=15$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=90$	电机极数	$2p=6$
总线圈数	$Q=90$	线圈组数	$u=18$
每组圈数	$S=5$	极相槽数	$q=5$
绕组极距	$\tau=15$	线圈节距	$y=15$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=12°$
分布系数	$K_d=0.957$	节距系数	$K_p=1.0$
绕组系数	$K_{dp}=0.957$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由五联组构成，每相由6组线圈按相邻反极性串联。绕组选用全距线圈，故绕组系数最高，但若用于电枢（定子）则无法消除磁势中的三次谐波干扰，故在普通的三相交流电机中不宜采用。而此绕组应用于转子绕组，从而避开此缺陷。主要应用实例有JBRO-400L-6的转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为15。嵌线顺序见表2-12。

表2-12 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75		74
	上层																	90	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层		73		72		……		7		6		5		4		3		2
	上层	89		88		87	……			22		21		20		19		18	
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层		1																
	上层	17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-12 所示。

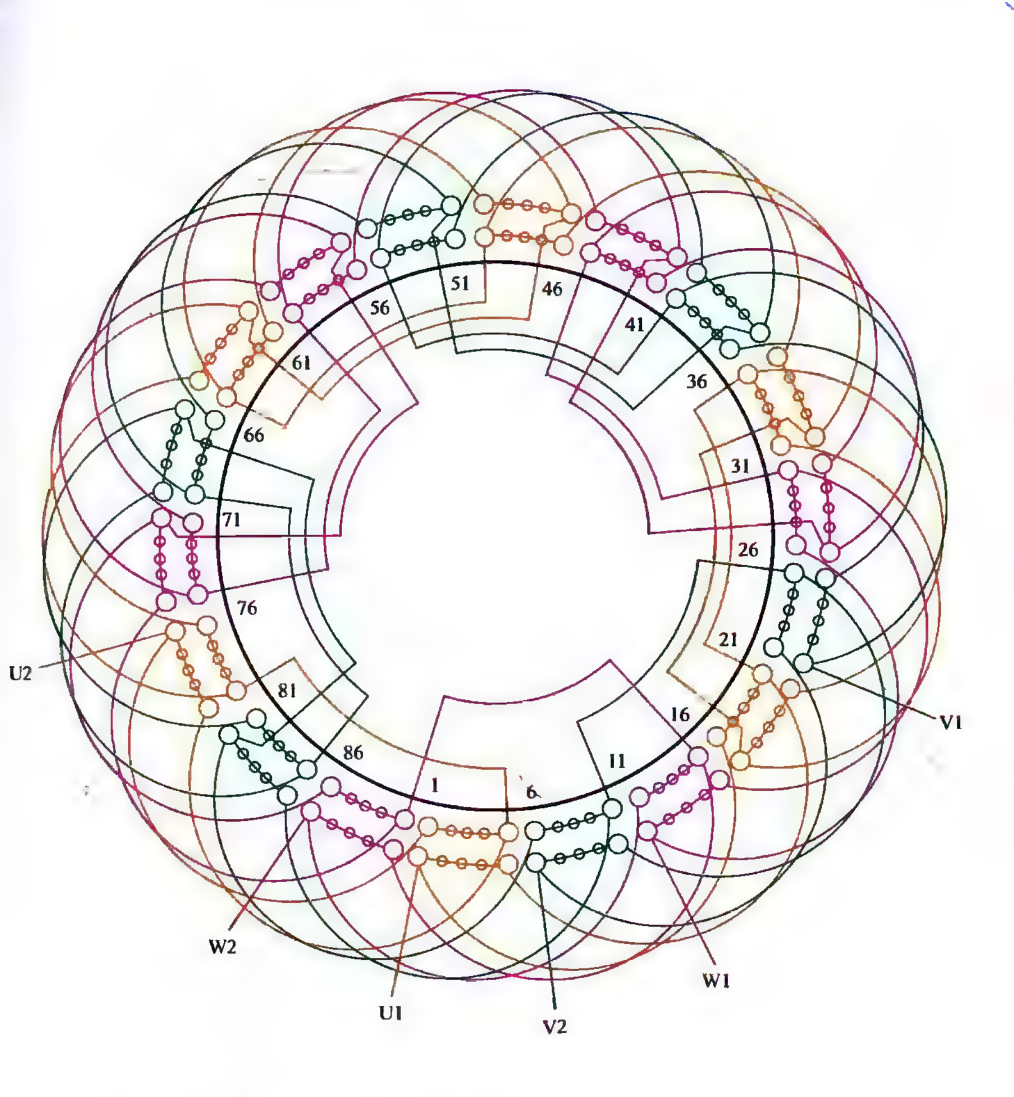


图 2-12　90 槽 6 极（$y=15$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.2.5　90 槽 10 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=90$	电机极数	$2p=10$
总线圈数	$Q=90$	线圈组数	$u=30$
每组圈数	$S=3$	极相槽数	$q=3$
绕组极距	$\tau=9$	线圈节距	$y=7$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=20^\circ$
分布系数	$K_d=0.96$	节距系数	$K_p=0.94$
绕组系数	$K_{dp}=0.902$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例 10 极绕组采用二路并联，每一支路由同极性的线圈组串联而成，因此，每相的接线从进线后就分正反两个方向连接，最后将两路的尾端并接后出线。此绕组主要应用实例有 JS-1510-10。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 2-13。

表 2-13　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	15	14	13	12	11	10	9	8		7		6		5		4		3
	上层									15		14		13		12		11	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层		2		1		90		89	……			24		23		22		21
	上层	10		9		8		7		……		32		31		30		29	
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层		20		19		18		17		16								
	上层	28		27		26		25		24		23	22	21	20	19	18	17	16

(4) 绕组端面布接线

如图 2-13 所示。

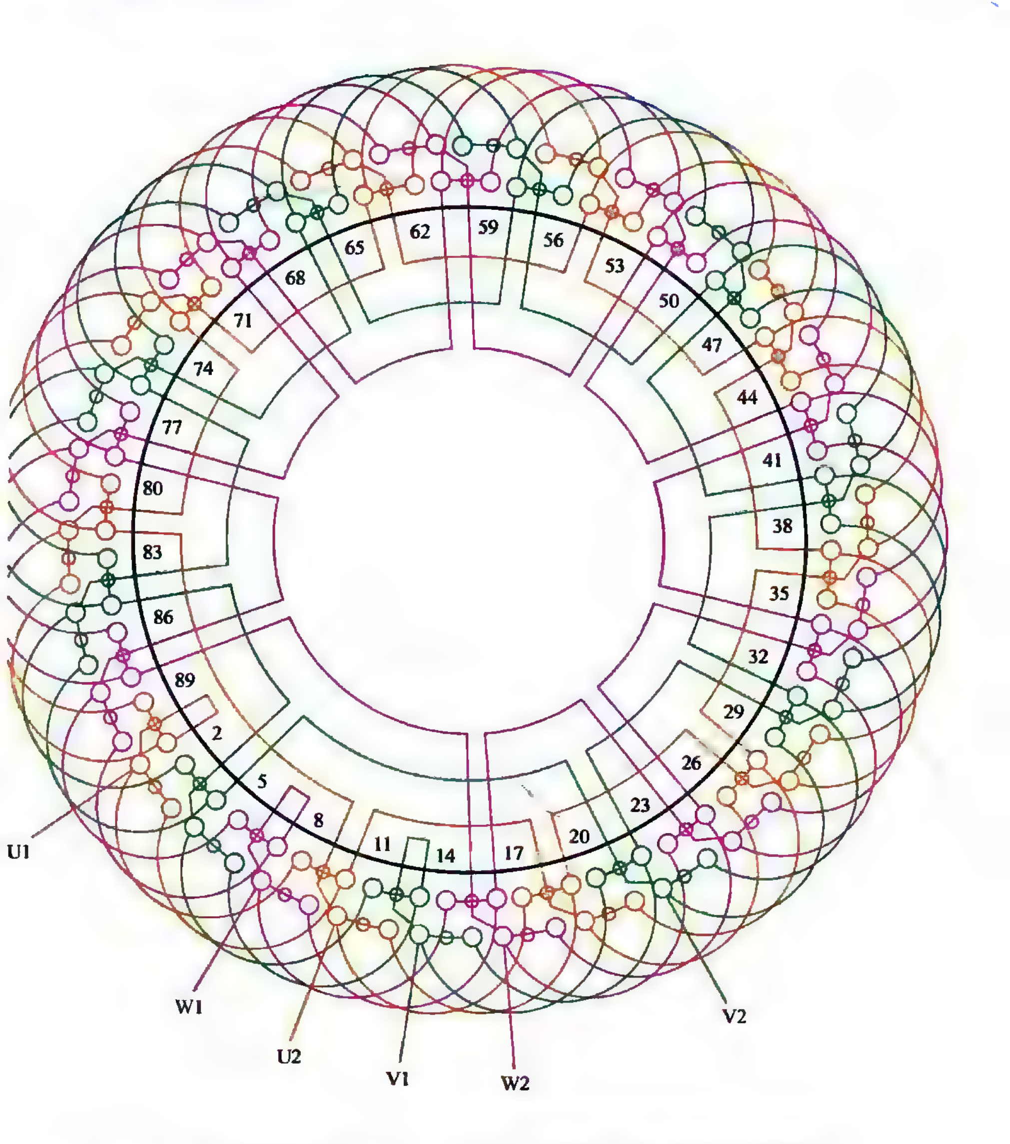


图 2-13　90 槽 10 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.2.6 90 槽 10 极（$y=7$、$a=5$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=90$	电机极数	$2p=10$
总线圈数	$Q=90$	线圈组数	$u=30$
每组圈数	$S=3$	极相槽数	$q=3$
绕组极距	$\tau=9$	线圈节距	$y=7$
并联路数	$a=5$	每槽电角	$\alpha=20°$
分布系数	$K_d=0.96$	节距系数	$K_p=0.94$
绕组系数	$K_{dp}=0.902$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组全部由 3 联线圈组构成，每相有 10 组线圈，分成五支路，每一支路由同相相邻两组线圈按反极性串联。主要应用实例有 JR117-10 等绕线式电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例是双层叠式绕组，嵌线宜用交叠法，吊边数为 7。嵌线顺序见表 2-14。

表 2-14 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	90	89	88	87	86	85	84	83		82		81		80		79		78
	上层									90		89		88		87		86	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层		77		76		……		11		10		9		8		7		6
	上层	85		84		83	……			18		17		16		15		14	
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-14 所示。

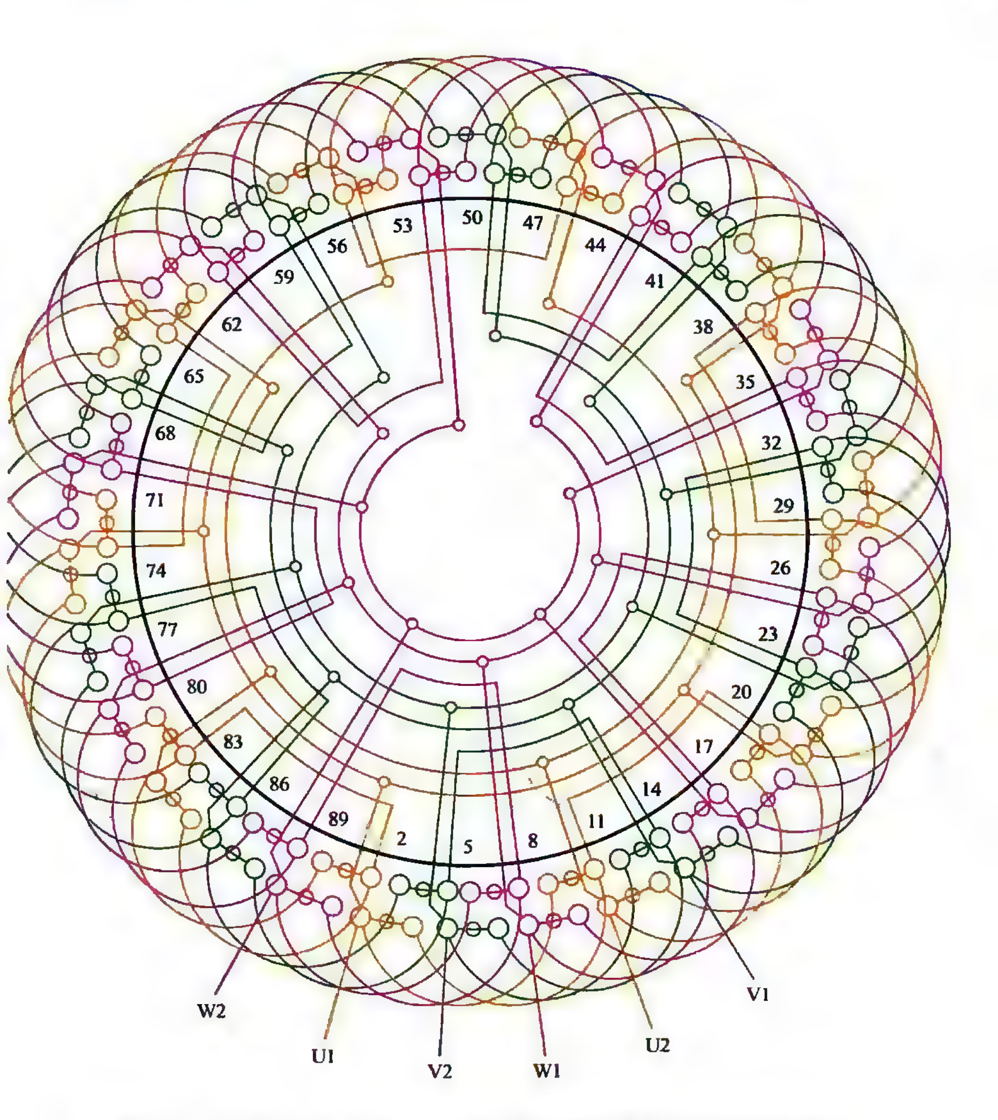


图 2-14　90 槽 10 极（$y=7$、$a=5$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.2.7 90 槽 10 极（$y=7$、$a=10$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=90$	电机极数	$2p=10$
总线圈数	$Q=90$	线圈组数	$u=30$
每组圈数	$S=3$	极相槽数	$q=3$
绕组极距	$\tau=9$	线圈节距	$y=7$
并联路数	$a=10$	每槽电角	$\alpha=20°$
分布系数	$K_d=0.96$	节距系数	$K_p=0.94$
绕组系数	$K_{dp}=0.902$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例由三联线圈组构成，每相有 10 组，分 10 路并联则每支路只一组线圈。所以，接线时按同相相邻反极性并联。绕组主要应用实例有 JZR-71-10。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 2-15。

表 2-15 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	90	89	88	87	86		85		84		83		82		81
	上层									3		2		1		90		89	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层		80		79		78		77	……			12		11		10		9
	上层	88		87		86		85		……		20		19		18		17	
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层		8		7		6		5		4								
	上层	16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 2-15 所示。

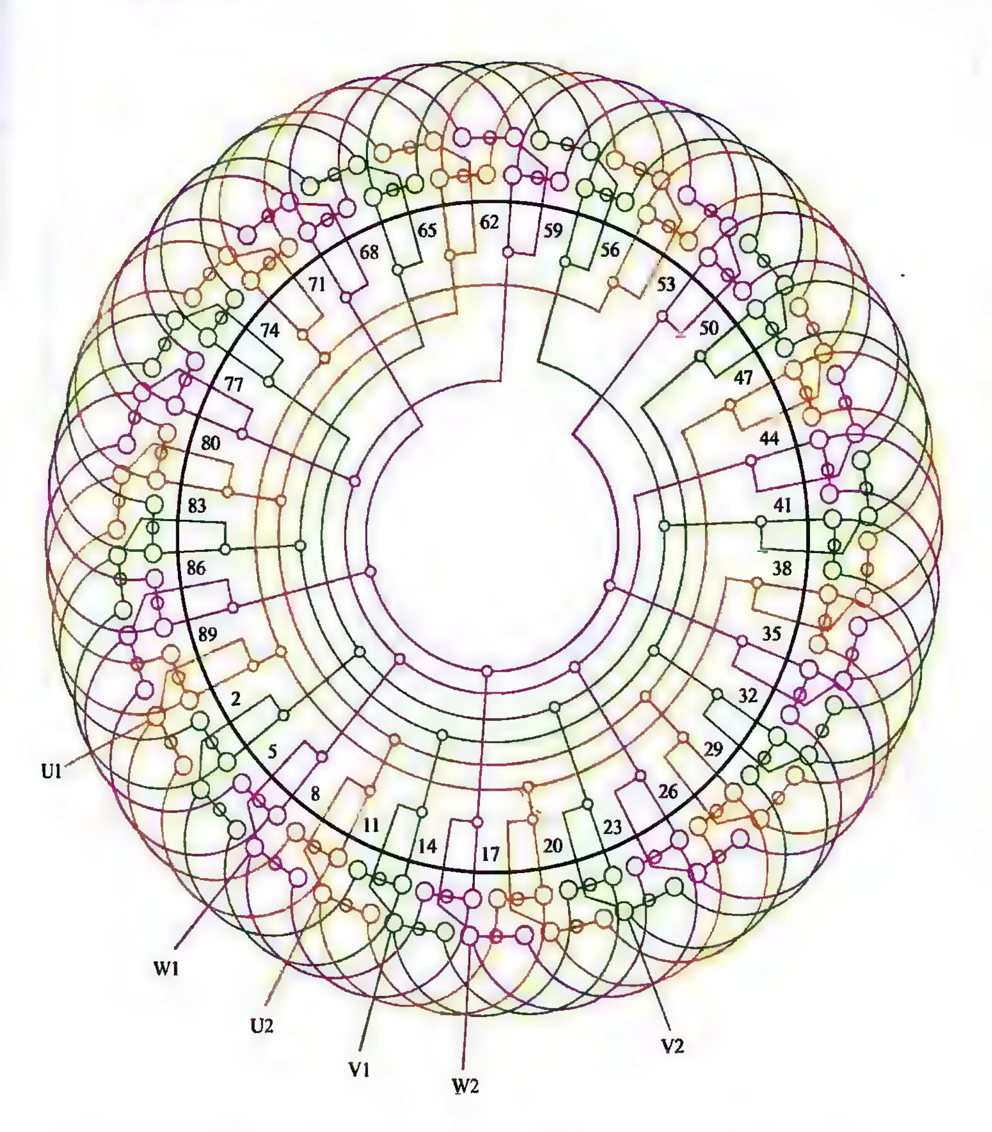


图 2-15　90 槽 10 极（$y=7$、$a=10$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.2.8 90槽10极（$y=8$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=90$	电机极数	$2p=10$
总线圈数	$Q=90$	线圈组数	$u=30$
每组圈数	$S=3$	极相槽数	$q=3$
绕组极距	$\tau=9$	线圈节距	$y=8$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=20°$
分布系数	$K_d=0.96$	节距系数	$K_p=0.985$
绕组系数	$K_{dp}=0.946$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例为10极绕组，采用二路并联，每一支路由5组线圈串联而成。本例接线时采用进线后分左右两路，并采用长跳接线，即向右把隔组的同极性线圈顺串连接；向左也把隔组的另一极性线圈串连起来；最后把二支路的尾线并接引出。绕组主要应用实例有JR2-355S2-10等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为8。嵌线顺序见表2-16。

表2-16 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	90	89	88	87	86	85	84	83	82		81		80		79		78	
	上层										90		89		88		87		86
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层	77		76		75		74		……		9		8		7		6	
	上层		85		84		83		82	……			17		16		15		14
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-16 所示。

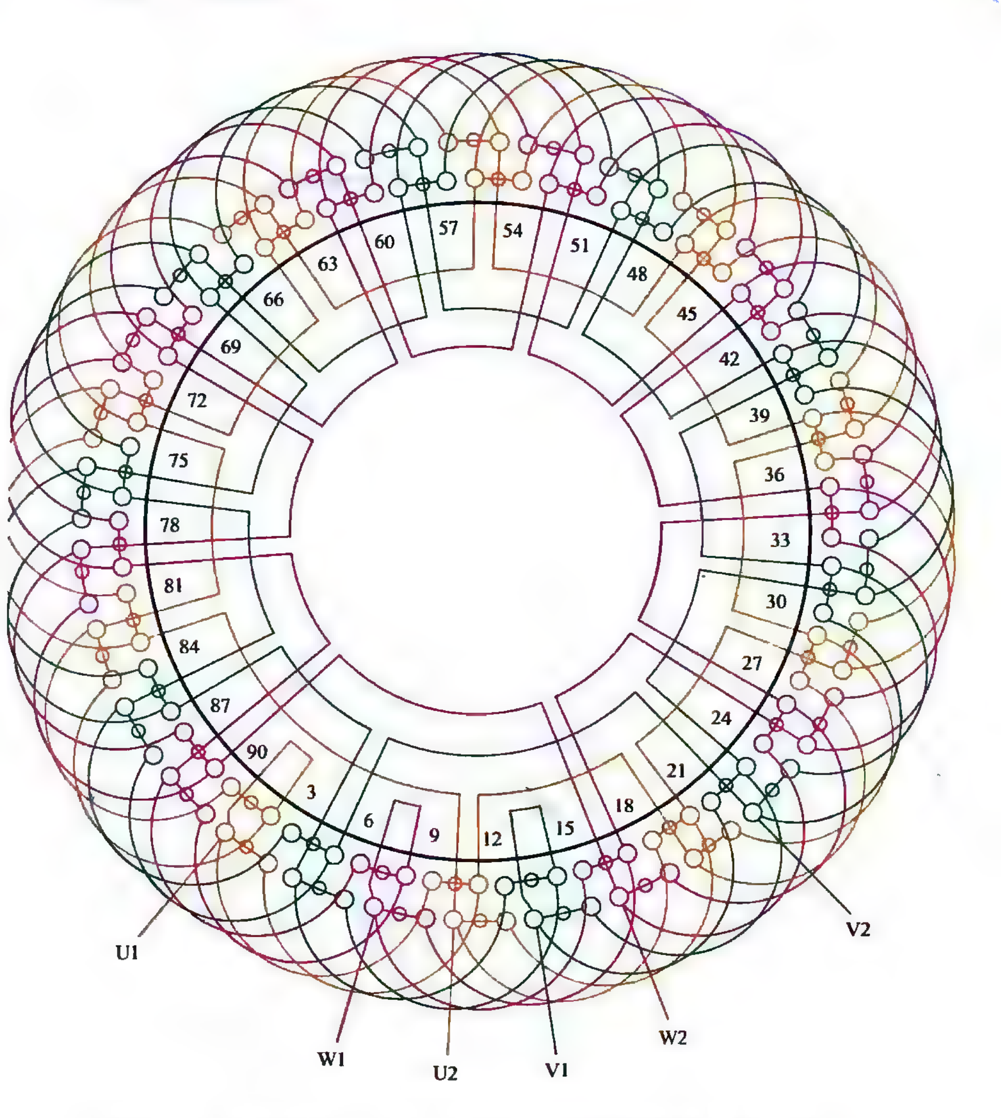


图 2-16　90 槽 10 极（$y=8$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.2.9 90槽10极（$y=8$、$a=5$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=90$　　电机极数 $2p=10$

总线圈数 $Q=90$　　线圈组数 $u=30$

每组圈数 $S=3$　　极相槽数 $q=3$

绕组极距 $\tau=9$　　线圈节距 $y=8$

并联路数 $a=5$　　每槽电角 $\alpha=20°$

分布系数 $K_d=0.96$　　节距系数 $K_p=0.985$

绕组系数 $K_{dp}=0.946$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组分布与上例相同，但采用五路接线，每一支路由相邻两线圈组反极性串联。本绕组主要应用实例有 JS2-355S2-10、JR2-355M2-10 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见表 2-17。

表 2-17　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	6	5	4	3	2	1	90	89	88		87		86		85		84	
	上层										6		5		4		3		2
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层	83		82		81				……		15		14		13		12	
	上层		1		90		89		88	……			23		22		21		20
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层	11		10		9		8		7									
	上层		19		18		17		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 2-17 所示。

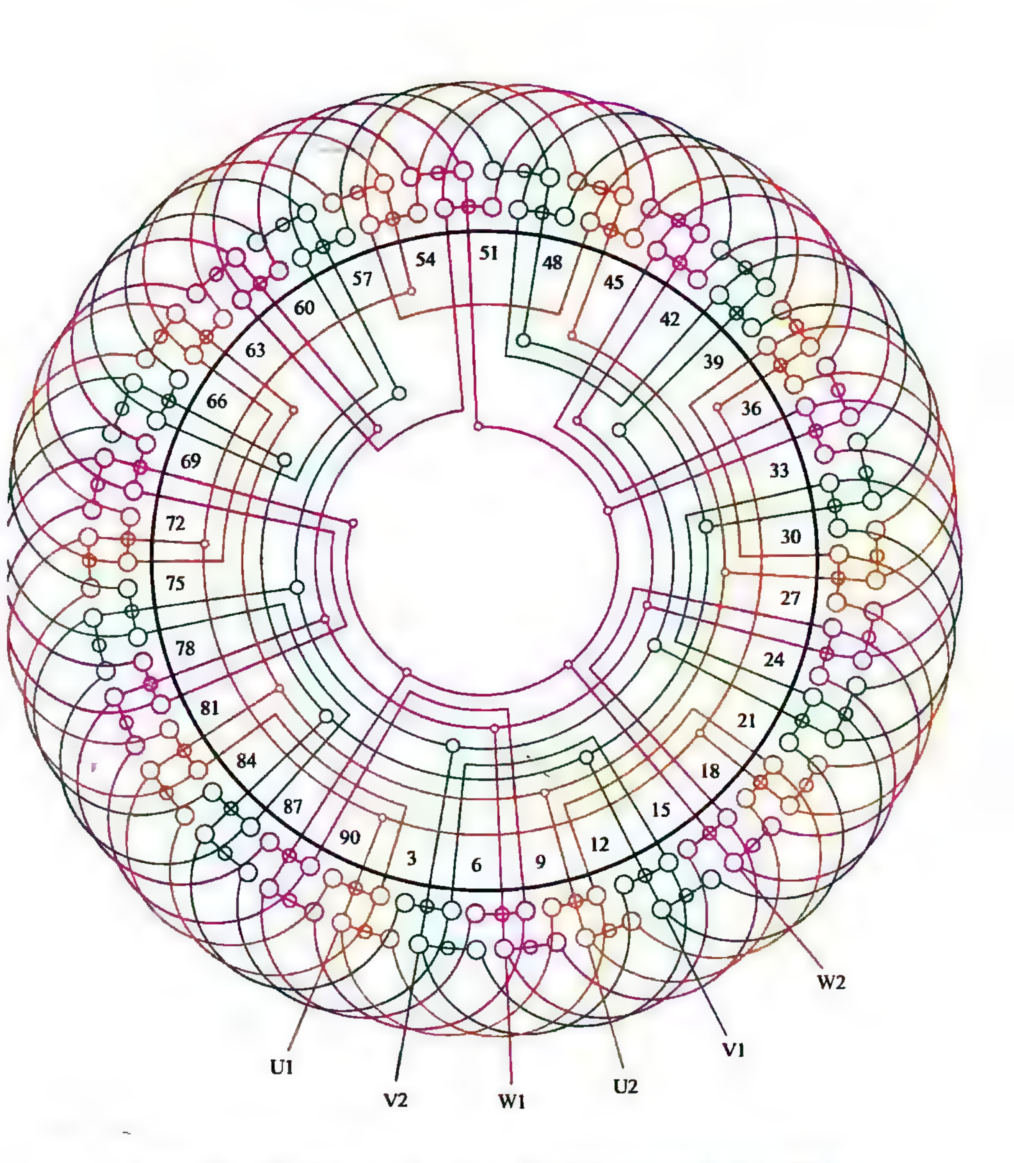


图 2-17　90 槽 10 极（$y=8$、$a=5$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.2.10 90 槽 10 极（$y=8$、$a=10$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=90$　　电机极数 $2p=10$

总线圈数 $Q=90$　　线圈组数 $u=30$

每组圈数 $S=3$　　极相槽数 $q=3$

绕组极距 $\tau=9$　　线圈节距 $y=8$

并联路数 $a=10$　　每槽电角 $\alpha=20°$

分布系数 $K_d=0.96$　　节距系数 $K_p=0.985$

绕组系数 $K_{dp}=0.946$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是功率较大而转速较低的电动机绕组。每相有 10 组线圈，每组 3 圈，采用 10 路并联接线，即同相相邻的线圈组必须是反极性。此绕组实际应用于 Y2-355M2-10 等型号。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见表 2-18。

表 2-18　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	90	89	88	87	86	85		84		83		82		81	
	上层										3		2		1		90		89
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……		154	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层	80		79		78		77	……			12		11		10		9	
	上层		88		87		86		……		21		20		19		18		17
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 2-18 所示。

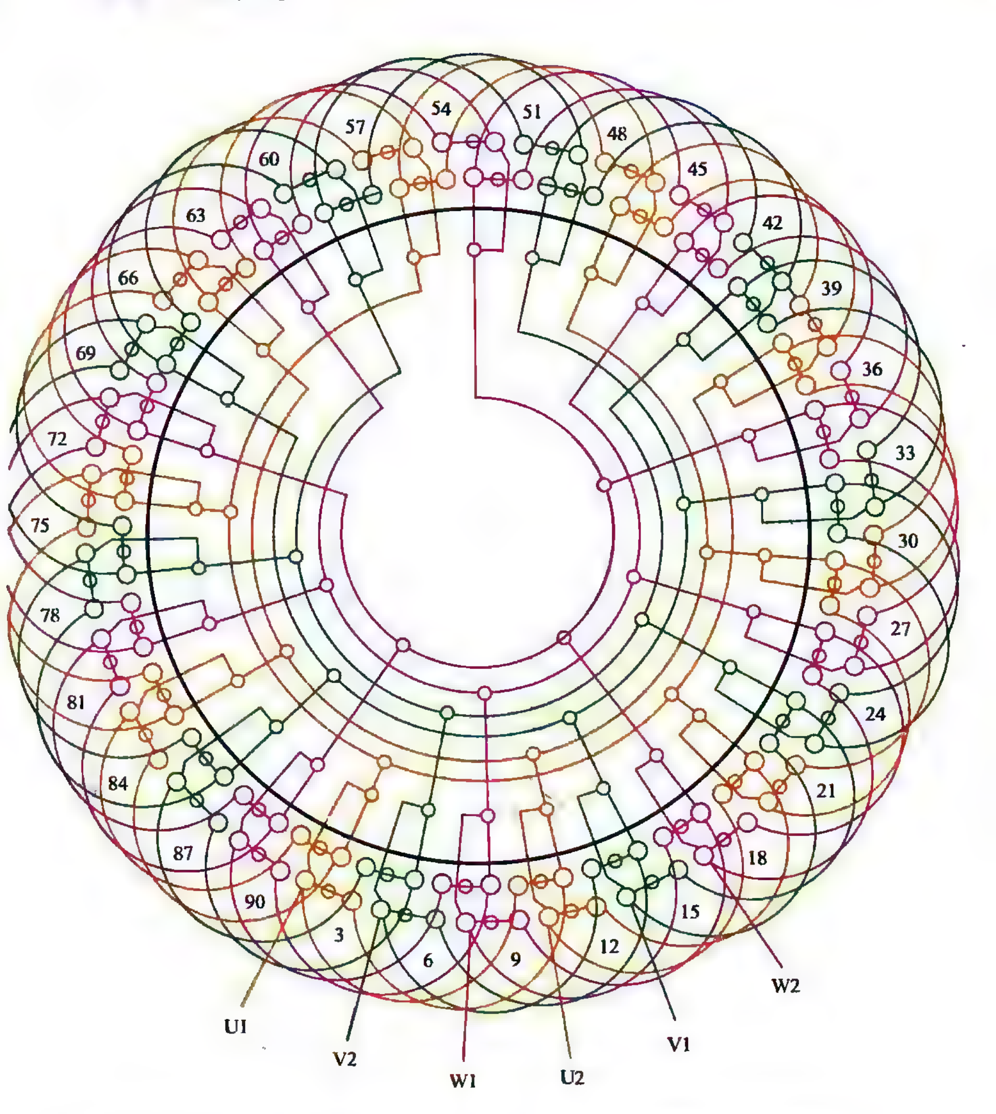


图 2-18　90 槽 10 极（$y=8$、$a=10$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.2.11 90槽10极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=90$　　电机极数 $2p=10$

总线圈数 $Q=90$　　线圈组数 $u=30$

每组圈数 $S=3$　　极相槽数 $q=3$

绕组极距 $\tau=9$　　线圈节距 $y=9$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=20°$

分布系数 $K_d=0.96$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.96$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例线圈节距等于极距，属全距绕组，嵌线吊边数多，但用于转子则不受此限制；而全距绕组不能消除高次谐波，所以绕组用于转子也可消除此虑。主要应用实例有 YZR2-315S1-10 转子。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见表 2-19。

表 2-19　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	90	89	88	87	86	85	84		83		82		81		80
	上层											3		2		1		90	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层		79		78		……		13		12		11		10		9		8
	上层	89		88		87	……			22		21		20		19		18	
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层		7		6		5		4										
	上层	17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 2-19 所示。

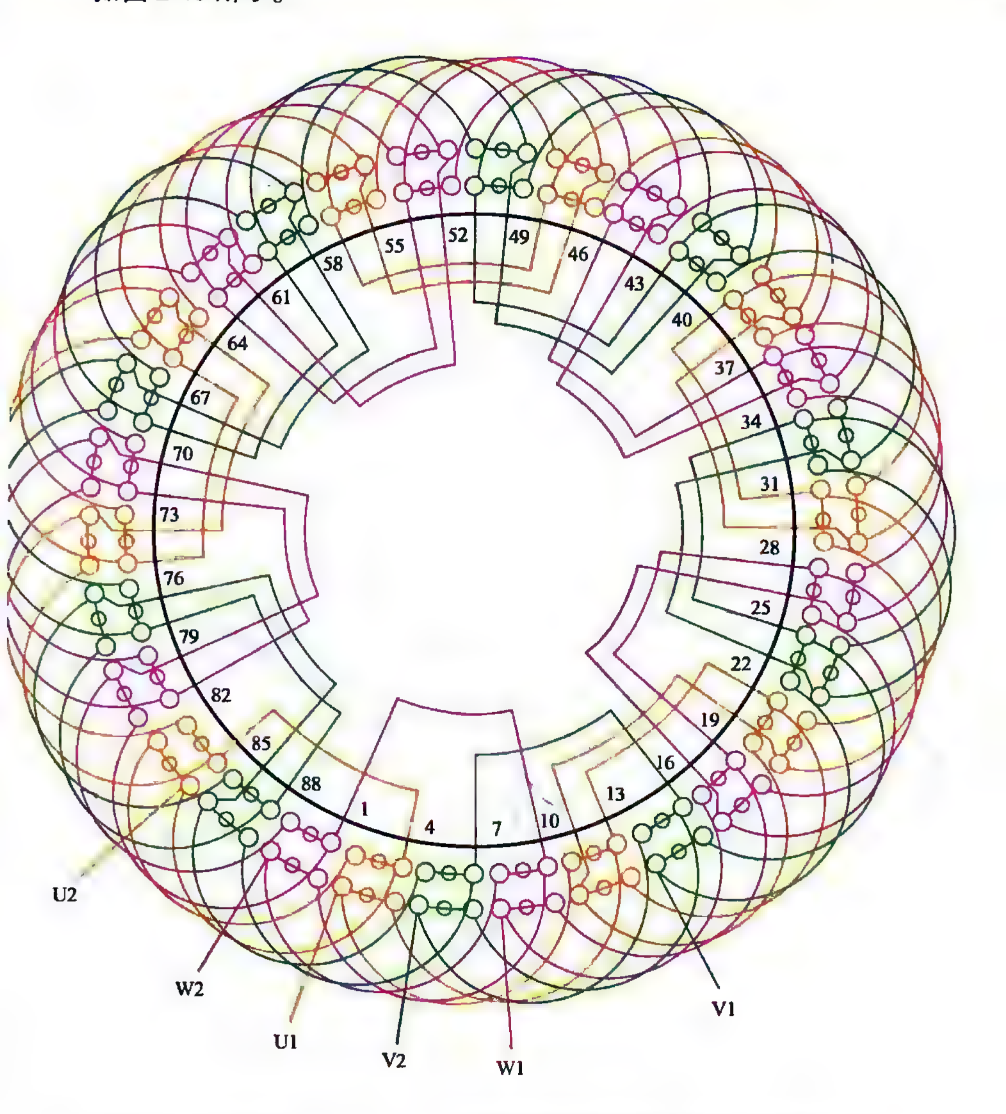


图 2-19　90 槽 10 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

2.2.12 90 槽 10 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线*

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=90$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$
电机极数 $2p=10$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $y=9$
总线圈数 $Q=45$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$
线圈组数 $u=15$　每槽电角 $\alpha=20°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

90 槽定子一般为较大容量的电机，若定子采用单层绕组则因谐波分量较大而影响运行性能，故通常都不予采用；但由于采用庶极布线，线圈少，旋转时还能起到扇风散热的效果；而且接线较少，容易调整转子动平衡，嵌线和绕线工艺都较方便，故一般用作绕线式转子绕组，主要应用实例有 JZR2-61-10 电动机转子。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线虽可用交叠法和整嵌法，但由于线圈节距短，不能突出整嵌法的优点，故通常采用交叠法嵌线，见表 2-20。

表 2-20　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
槽号	沉边	3	2	1	87		86		85		81		80		79		75		74		73		69	
	浮边					6		5		4		90		89		88		84		83		82		78

嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
槽号	沉边	68		67		63		62		61		57		56		55		51		50		49		45
	浮边		77		76		72		71		70		66		65		61		60		59		58	

嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
槽号	沉边		44		43		39		38		37		33		32		31		27		26		25	
	浮边	54		53		52		48		47		46		42		41		40		36		35		34

嵌绕次序		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90		
槽号	沉边	21		20		19		15		14		13		9		8		7						
	浮边		30		29		28		24		23		22		18		17		16	12	11	10		

(4) 绕组端面布接线

如图 2-20 所示。

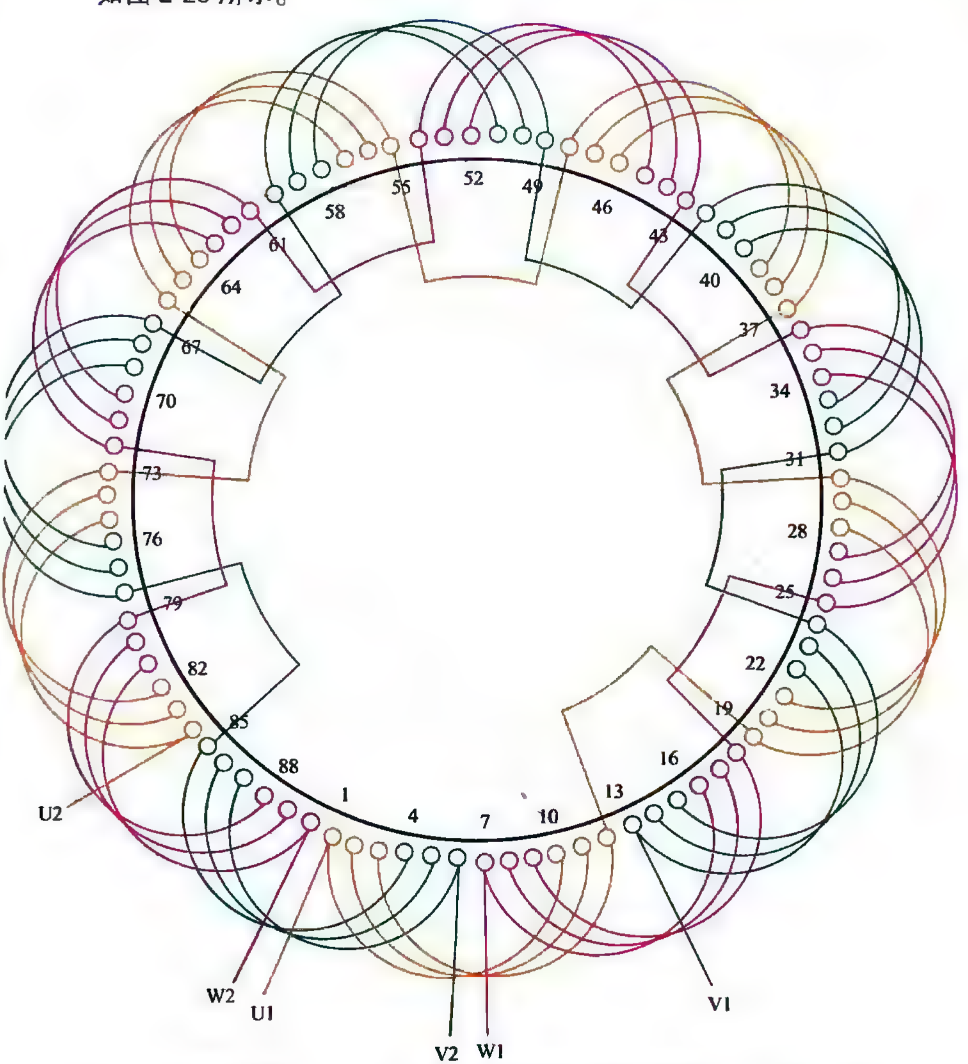


图 2-20　90 槽 10 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

注：标题解释—— 本例是单层叠式庶极布线。单层即每槽只有线圈一个有效边。叠式是指每组线圈数 $S=2$ 或大于 2 的整数，而且每组线圈数相等。单叠也有显极和庶极布线，庶极的特征是每相线圈组数等于极数的一半，而且每相组间极性相同。以下凡单层叠式庶极布线同此解释。

2.2.13 90 槽 10 极（$y=9$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=90$　　电机极数 $2p=10$

总线圈数 $Q=90$　　线圈组数 $u=30$

每组圈数 $S=3$　　极相槽数 $q=3$

绕组极距 $\tau=9$　　线圈节距 $y=9$

并联路数 $a=2$　　每槽电角 $\alpha=20°$

分布系数 $K_d=0.96$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.96$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是整距绕组，每组由 3 只线圈顺串而成，接成二路并联，每一支路有 5 组线圈，接线时由进线端向左右两侧走线，并按同相相邻线圈组反极性连接，最后把两个支路的尾线并联后出线。此绕组仅见于绕线式转子和发电机。因其用于定子则会因谐波而影响其技术性能的发挥。而本绕组取自某资料的 JBRO-450S-10 隔爆型电动机。因其存在，故而收入以供读者参考。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见表 2-21。

表 2-21　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81		80		79		78		77
	上层											90		89		88		87	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层		76		75		……		10		9		8		7		6		5
	上层	86		85		84	……			19		18		17		16		15	
嵌绕次序		163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
槽号	下层		4		3		2		1										
	上层	14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-21 所示。

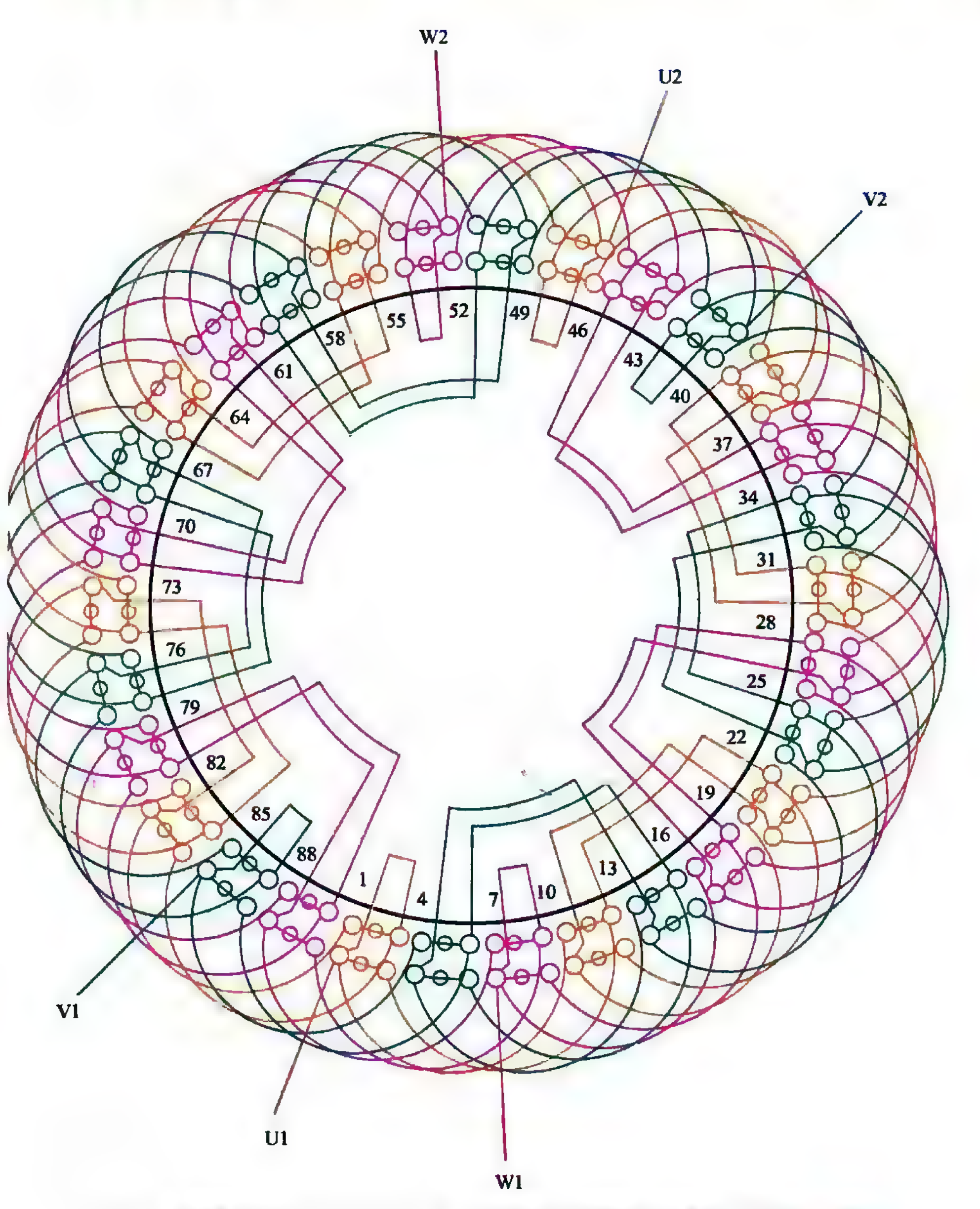


图 2-21 90 槽 10 极（$y=9$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

2.2.14 84槽8极（$y=9$、$a=4$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=84$	电机极数	$2p=8$
总线圈数	$Q=84$	线圈组数	$u=24$
每组圈数	$S=4、3$	极相槽数	$q=3\frac{1}{2}$
绕组极距	$\tau=10\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=9$
并联路数	$a=4$	每槽电角	$\alpha=17.14°$
分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.975$
绕组系数	$K_{dp}=0.932$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组。绕组由四联组和三联组构成，大小线圈组的循环分布规律为 4 3 4 3……。每相有大小联共 8 组，采用四路并联，故每一支路由相邻大小线圈组反极性串联而成。此绕组在三相电动机中未见实例，而布接线方案取自 TSN85/31-8 等同步发电机定子。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见表 2-22。

表 2-22　交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号 下层	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75		74		73		72		71
槽号 上层											84		83		82		81	
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	……		143	144	145	146	147	148	149	150
槽号 下层		70		69		68		67	……			8		7		6		5
槽号 上层	80		79		78		77		……		18		17		16		15	
嵌绕次序	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
槽号 下层		4		3		2		1										
槽号 上层	14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-22 所示。

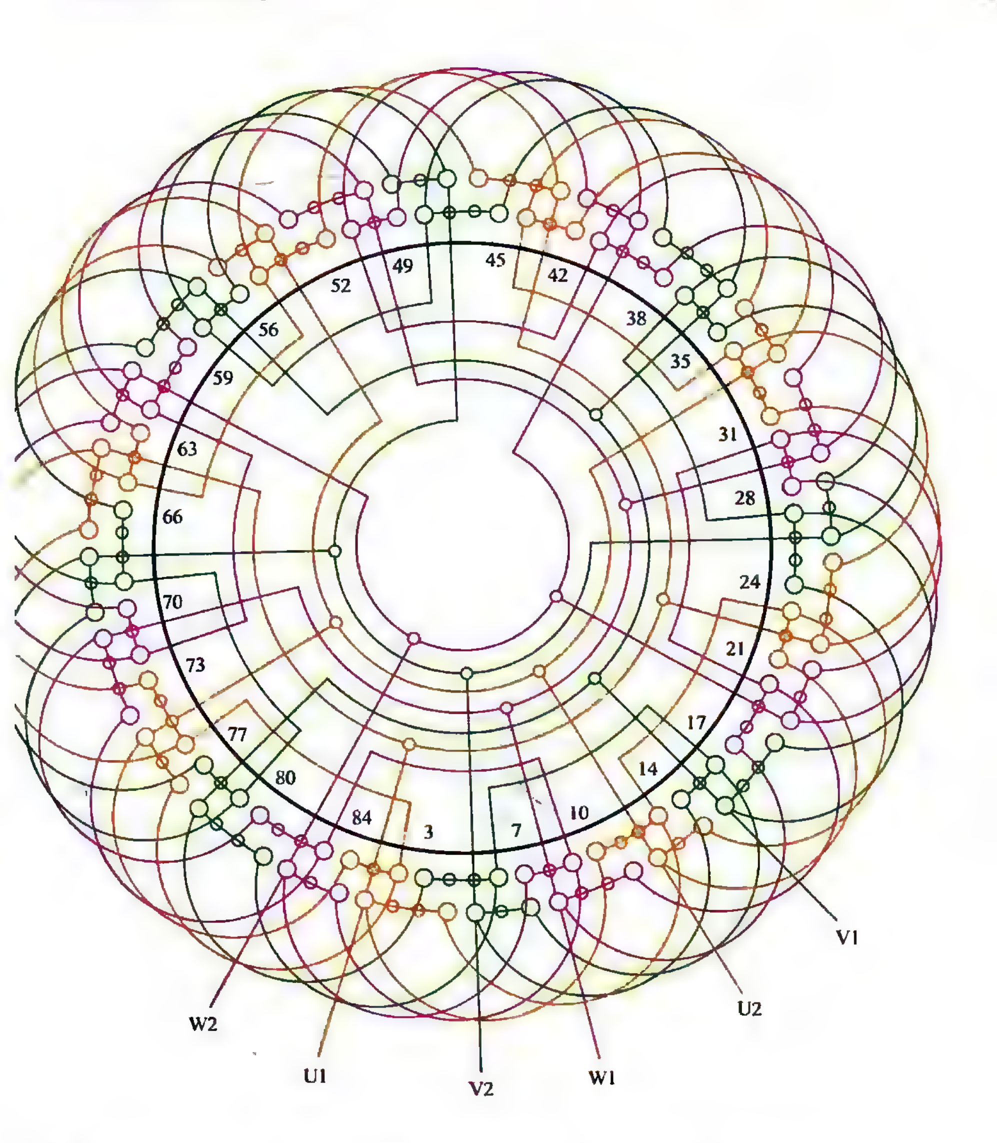


图 2-22　84 槽 8 极（$y=9$、$a=4$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.2.15 84槽8极（$y=10$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=84$　　电机极数 $2p=8$

总线圈数 $Q=84$　　线圈组数 $u=24$

每组圈数 $S=4$、3　　极相槽数 $q=3\frac{1}{2}$

绕组极距 $\tau=10\frac{1}{2}$　　线圈节距 $y=10$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=17.14°$

分布系数 $K_d=0.956$　　节距系数 $K_p=0.997$

绕组系数 $K_{dp}=0.953$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组与上例都是84槽8极，但线圈节距增长1槽，故绕组系数稍高；而绕组为一路串联，接线时将同相相邻线圈组反极性，即一正一反串联接线。此外，本例也是分数绕组，即线圈组由三、四联构成，大小联分布规律为4 3 4 3 ……，所以嵌线时要注意。此绕组也是取自同步发电机TSN99/37-8。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，嵌线吊边数为10。嵌线顺序见表2-23。

表2-23　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74		73		72		71	
	上层												84		83		82		81
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层	70		69		68	……			9		8		7		6		5	
	上层		80		79		……		20		19		18		17		16		15
嵌绕次序		151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-23 所示。

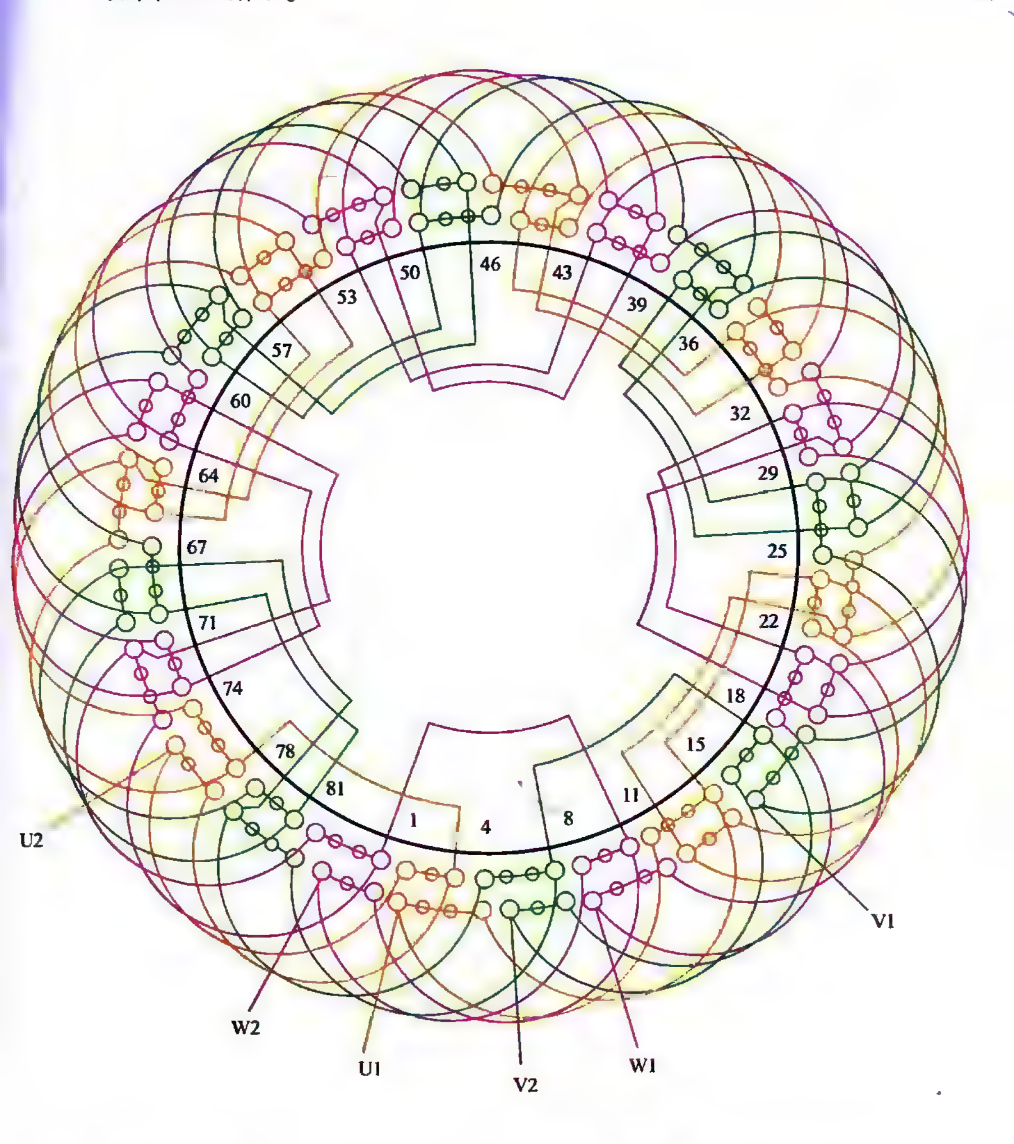


图 2-23　84 槽 8 极（$y=10$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.2.16 84槽8极（$y=10$、$a=4$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=84$	电机极数	$2p=8$
总线圈数	$Q=84$	线圈组数	$u=24$
每组圈数	$S=4、3$	极相槽数	$q=3\frac{1}{2}$
绕组极距	$\tau=10\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=10$
并联路数	$a=4$	每槽电角	$\alpha=17.14°$
分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.997$
绕组系数	$K_{dp}=0.953$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

84槽绕制8极是分数绕组，即绕组由四联组和三联组交替轮换分布，其分布规律是4 3 4 3……。本例绕组节距与上例相同，但并联路数改为四路并联。此绕组主要应用于同步发电机，如TSWN74/29-8等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见表2-24。

表2-24 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74		73		72		71	
	上层												84		83		82		81
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层	70		69		68		67		……		8		7		6		5	
	上层		80		79		78		77	……			18		17		16		15
嵌绕次序		151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-24 所示。

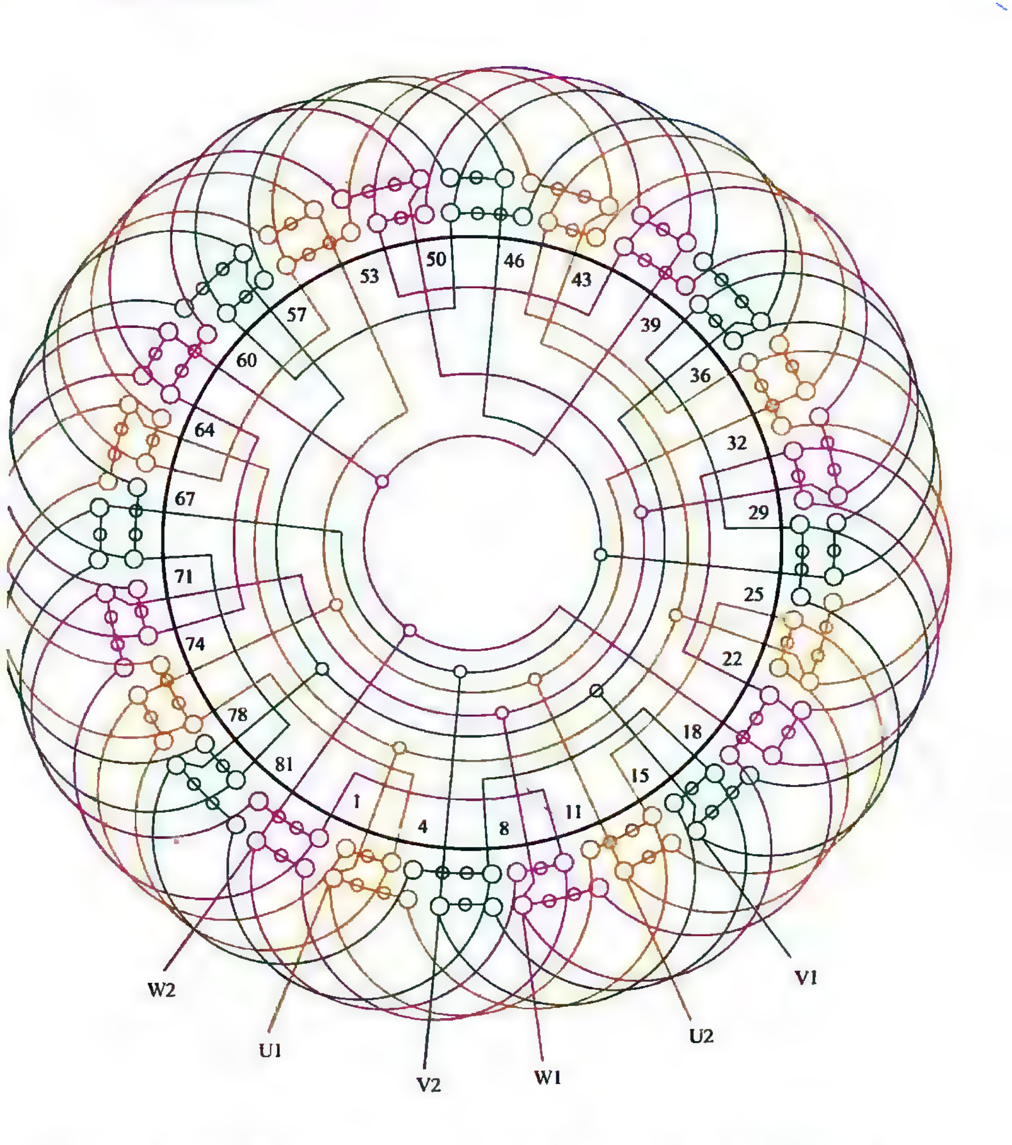


图 2-24　84 槽 8 极（$y=10$、$a=4$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.2.17 84槽8极（$y=11$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式（长距）布线*

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=84$	电机极数	$2p=8$
总线圈数	$Q=84$	线圈组数	$u=24$
每组圈数	$S=4$、3	极相槽数	$q=3\frac{1}{2}$
绕组极距	$\tau=10\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=11$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=17.14°$
分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.997$
绕组系数	$K_{dp}=0.953$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例仍是分数绕组，并由四、三联组交替分布、循环规律是4 3 4 3 ……。绕组采用一路串联，每相由各4个大小联线圈组按相邻反极性串接而成；不同的是本绕组选用超过全距的长节距线圈，但绕组系数则与相应短距绕组相同。究其原因，此绕组用于绕线式转子，可能是选用长节距来增加转子绕组电阻，从而使之达到限流的设计要求。此绕组应用实例有JBRO-355M-8转子。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见表2-25。

表 2-25 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73		72		71		70
	上层													84		83		82	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		145	146	147	148	149	150
槽号	下层		69		68		67		66		65	……			6		5		4
	上层	81		80		79		78		77		……		18		17		16	
嵌绕次序		151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-25 所示。

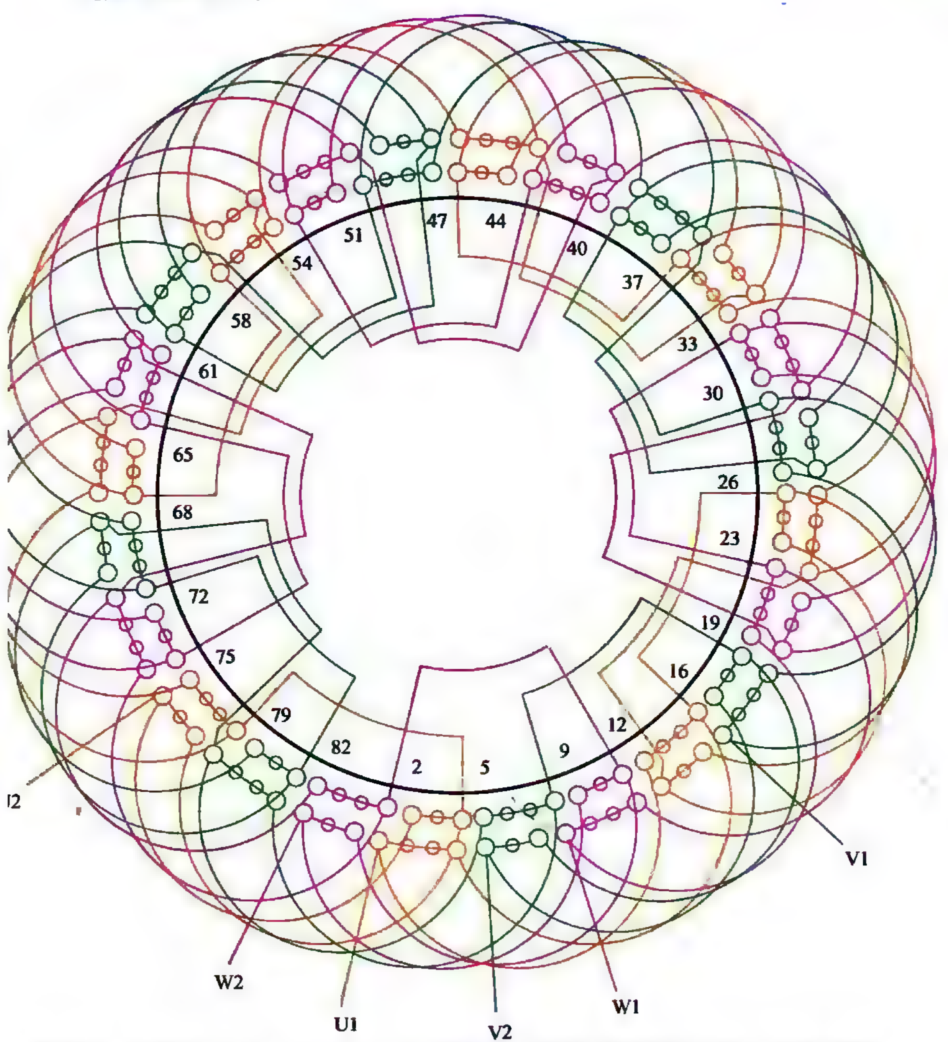


图 2-25　84 槽 8 极（$y=11$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式（长距）布线

注：标题解释——本例是双层叠式分数绕组长距布线。分数绕组题义见例 1.2.7。本例除极相槽数 q = 分数之外，其线圈节距还大于极距（$y>\tau$），故称“长距”布线。长距布线的双叠绕组应用比整距还少，也仅见用于极个别的绕线式转子绕组。以下凡同此标题者也如是解释。

2.2.18　84 槽 10 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=84$　　电机极数　$2p=10$

总线圈数　$Q=84$　　线圈组数　$u=30$

每组圈数　$S=3、2$　　极相槽数　$q=2\frac{4}{5}$

绕组极距　$\tau=8\frac{2}{5}$　　线圈节距　$y=7$

并联路数　$a=2$　　每槽电角　$\alpha=21.42°$

分布系数　$K_d=0.956$　　节距系数　$K_p=0.966$

绕组系数　$K_{dp}=0.923$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例也是分数绕组，每极相槽数 $q=2\frac{4}{5}$，即绕组由三联组和双联组构成，线圈分布的循环规律是 3 3 3 2 3 ……。此绕组每相分成二路，每支路由 4 个三联组和 1 个双联组成。接线时，从进线端分左右二路走线；其中右路是将同极性隔组串联；左路也将相同的另一极性线圈组隔组串联。最后把二支路的尾线并接引出。此绕组应用于同步发电机 TSN85/31-10。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 7。嵌线顺序见表 2-26。

表 2-26　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	84	83	82	81	80	79	78	77		76		75		74		73		72
	上层									84		83		82		81		80	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层		71		70		……		11		10		9		8		7		6
	上层	79		78		77	……			18		17		16		15		14	
嵌绕次序		151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-26 所示。

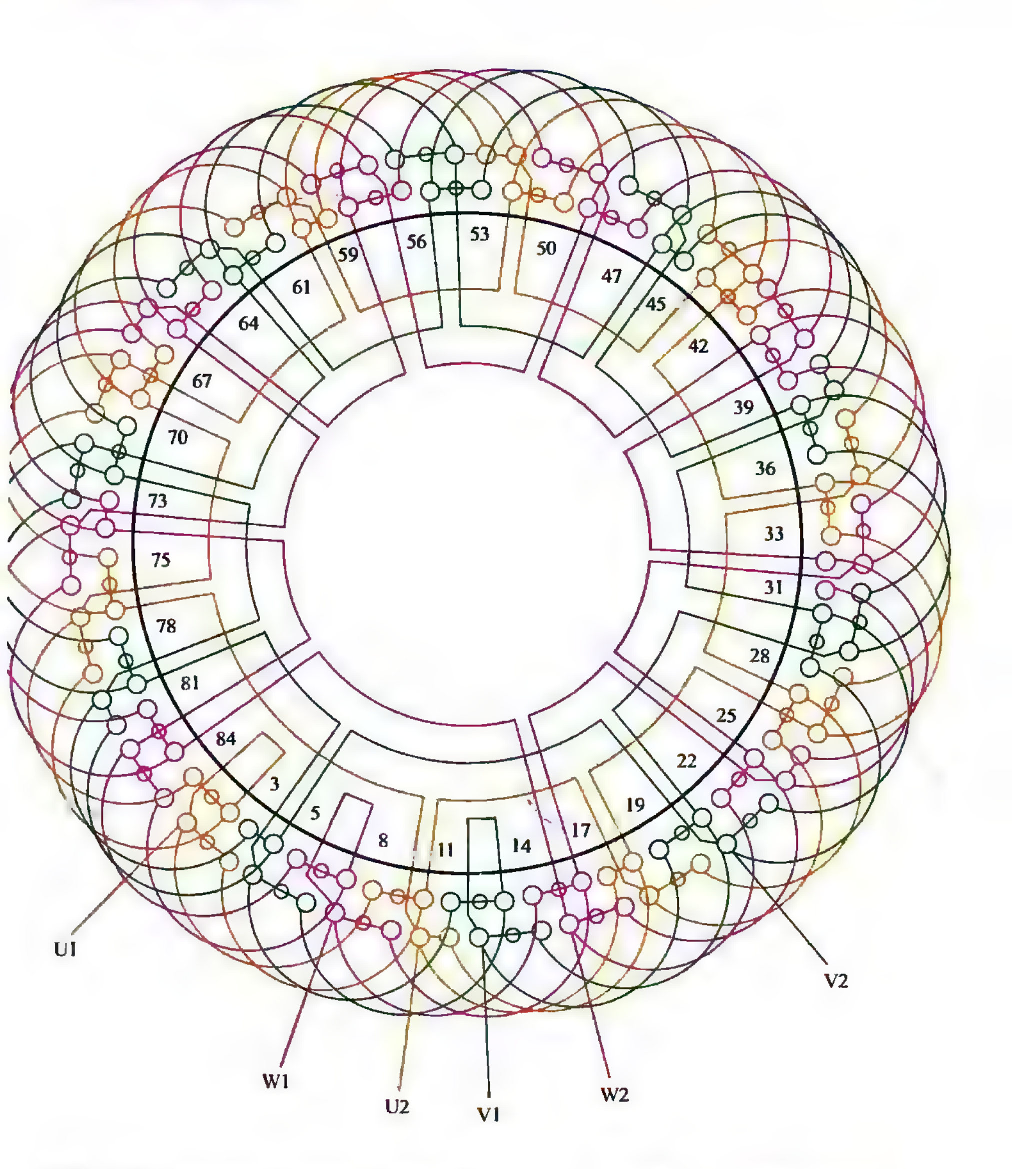


图 2-26　84 槽 10 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.2.19　84槽10极（$y=8$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=84$　　电机极数　$2p=10$

总线圈数　$Q=84$　　线圈组数　$u=30$

每组圈数　$S=3$、2　　极相槽数　$q=2\frac{4}{5}$

绕组极距　$\tau=8\frac{2}{5}$　　线圈节距　$y=8$

并联路数　$a=1$　　每槽电角　$\alpha=21.42°$

分布系数　$K_d=0.956$　　节距系数　$K_p=0.997$

绕组系数　$K_{dp}=0.953$　　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，绕组由三联组和双联组构成。本绕组是一路串联，每相由8个三联和2个双联按一正一反串联；绕组线圈分布循环规律为3 3 3 2 3……。本例线圈节距接近全距，故绕组系数较高。主要应用实例有TSN99/46-10同步发电机定子。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为8。嵌线顺序见表2-27。

表2-27　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	84	83	82	81	80	79	78	77	76		75		74		73		72	
	上层										84		83		82		81		80
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层	71		70		69		68		……		9		8		7		6	
	上层		79		78		77		76	……			17		16		15		14
嵌绕次序		151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-27 所示。

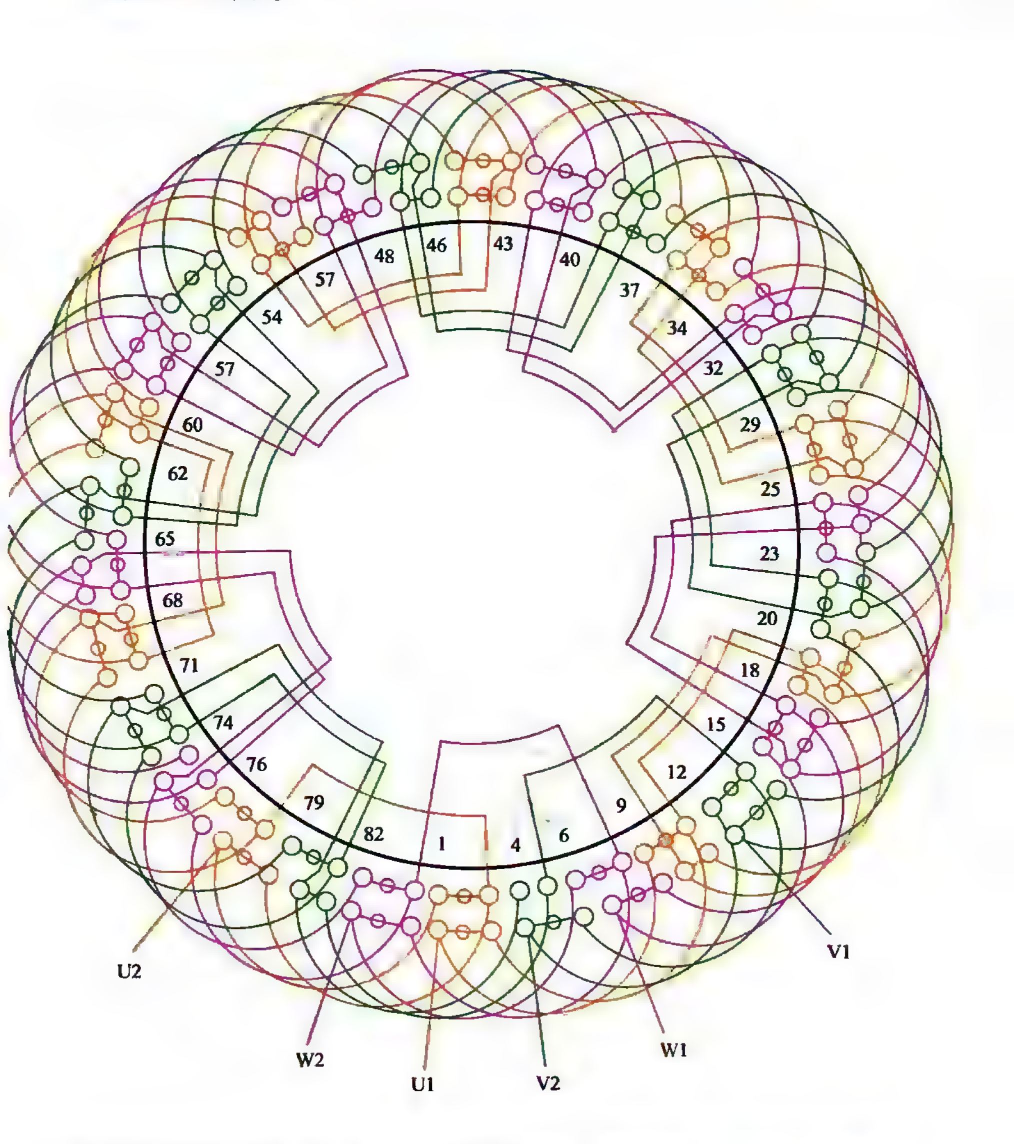


图 2-27　84 槽 10 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.2.20 84 槽 10 极（$y=8$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=84$　　电机极数 $2p=10$

总线圈数 $Q=84$　　线圈组数 $u=30$

每组圈数 $S=3$、2　　极相槽数 $q=2\frac{4}{5}$

绕组极距 $\tau=8\frac{2}{5}$　　线圈节距 $y=8$

并联路数 $a=2$　　每槽电角 $\alpha=21.42°$

分布系数 $K_d=0.956$　　节距系数 $K_p=0.997$

绕组系数 $K_{dp}=0.953$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，分布规律是 3 3 3 2 3……。绕组采用二路并联，接线时每相进线后分左右两方向走线，并将（隔组）同极性的线圈组同向串联，最后把两路的尾线并接后出线。主要应用实例有 TSN74/29-10 同步发电机。

(3) 绕组嵌线方法

本绕组采用不等圈分布，绕组由 3 圈组和双圈组构成，嵌线要参考绕组图进行，勿使大小线圈组嵌错槽位。嵌线吊边数为 8。嵌线顺序见表 2-28。

表 2-28　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	84	83	82	81	80	79	78	77	76		75		74		73		72	
	上层										84		83		82		81		80
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		145	146	147	148	149	150
槽号	下层	71		70		69		68		67		……		8		7		6	
	上层		79		78		77		76		75	……			16		15		14
嵌绕次序		151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-28 所示。

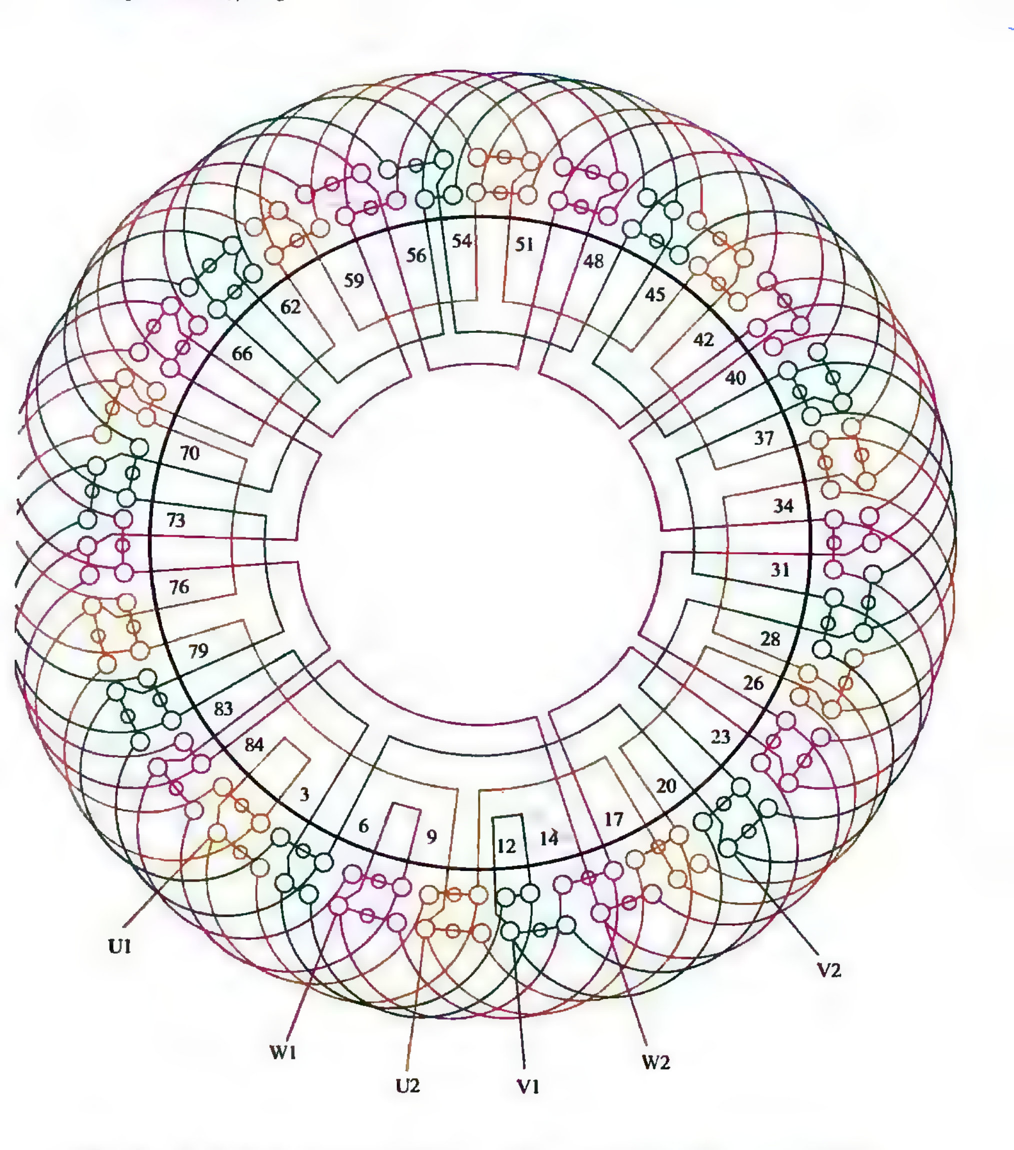


图 2-28　84 槽 10 极（$y=8$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.2.21 81槽6极（$y=13$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=81$	电机极数	$2p=6$
总线圈数	$Q=81$	线圈组数	$u=18$
每组圈数	$S=5、4$	极相槽数	$q=4\frac{1}{2}$
绕组极距	$\tau=13\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=13$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=13.33°$
分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.998$
绕组系数	$K_{dp}=0.954$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，绕组由五联组和四联组交替轮换安排，分布规律为5 4 5 4……。绕组接线是同相相邻反极性，即将一相线圈组一正一反串联，最后出线。绕组选用最接近极距的短距线圈，绕组系数较高。主要应用实例有JBRO-355S-6的低压隔爆型绕线式电动机转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组用交叠法嵌线，吊边数为13。嵌线顺序见表2-29。

表 2-29　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68		67		66
	上层															81		80	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		139	140	141	142	143	144
槽号	下层		65		64		63		62		61	……			5		4		3
	上层	79		78		77		76		75		……		19		18		17	
嵌绕次序		145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层		2		1														
	上层	16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-29 所示。

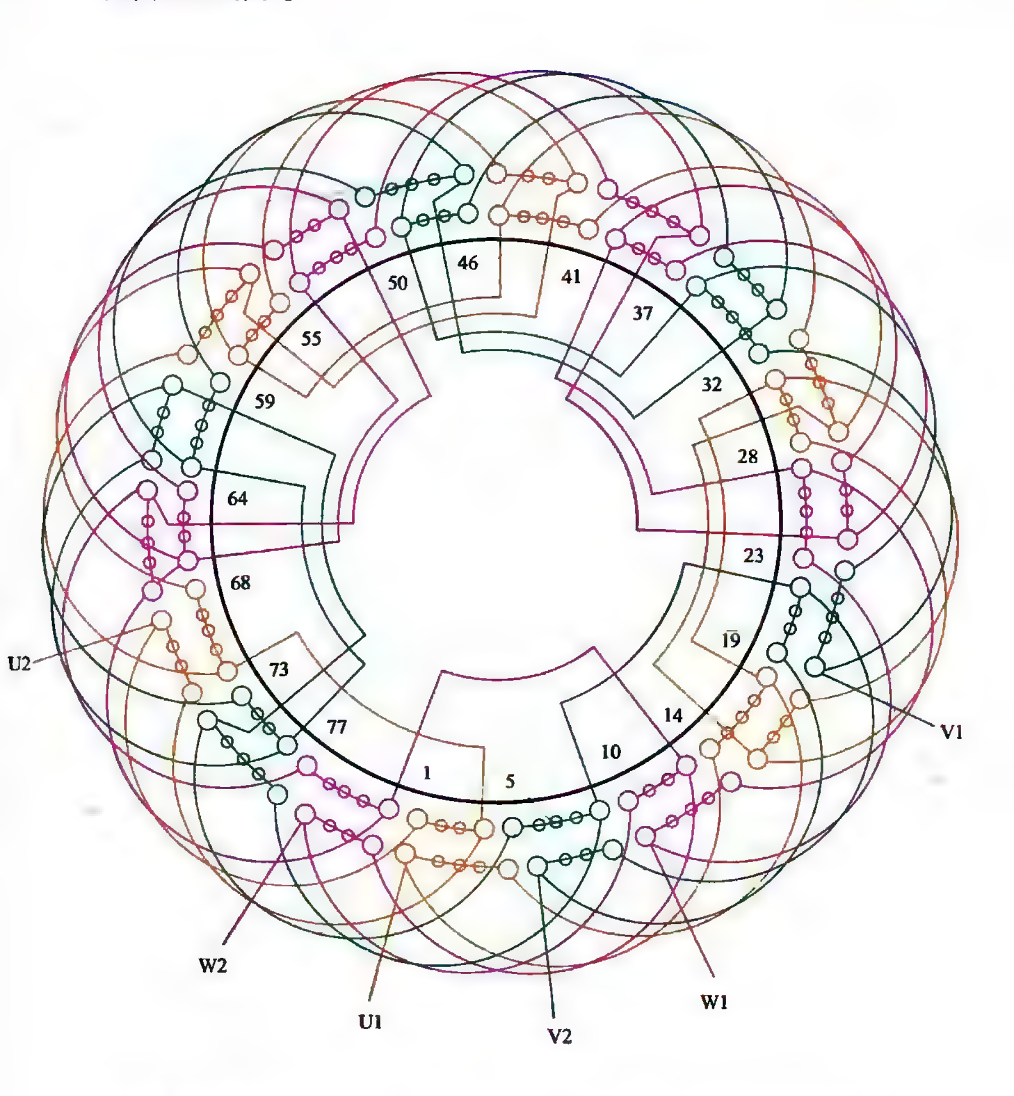


图 2-29　81 槽 6 极（$y=13$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.2.22 81 槽 6 极（$y=14$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式（长距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=81$	电机极数	$2p=6$
总线圈数	$Q=81$	线圈组数	$u=18$
每组圈数	$S=5$、4	极相槽数	$q=4\frac{1}{2}$
绕组极距	$\tau=13\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=14$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=13.33°$
分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.998$
绕组系数	$K_{dp}=0.954$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例分数绕组布接线与上例基本相同，不同的是本绕组选用线圈节距增长 1 槽而成为长距线圈，即线圈节距超过极距，这种情况在单速的交流电机中极为罕见，究其原因可能是为了加大限流作用，以增加转子绕组电阻之故。此绕组未见用于定子绕组，实际应用于 JBRO-355M-6 转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线，吊边数为 14。嵌线顺序见表 2-30。

表 2-30　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67		66	
	上层																81		80
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……		138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	65		64		63		62		61	……			5		4		3	
	上层		79		78		77		76		……		20		19		18		17
嵌绕次序		145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
槽号	下层	2		1															
	上层		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-30 所示。

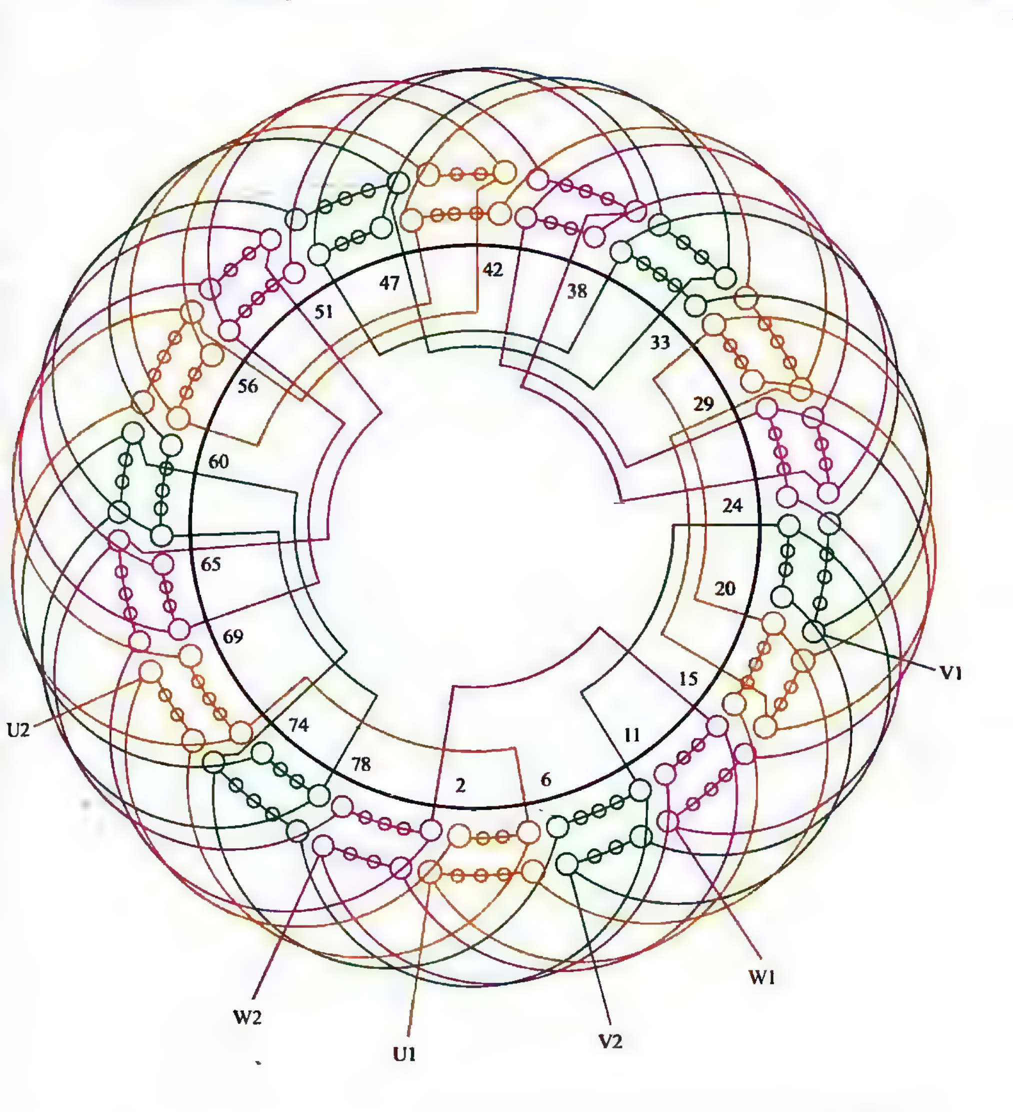


图 2-30　81 槽 6 极（$y=14$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式（长距）布线

2.2.23　75 槽 10 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=75$　　电机极数　$2p=10$　　总线圈数　$Q=75$

线圈组数　$u=30$　　每组圈数　$S=3、2$　　极相槽数　$q=2\frac{1}{2}$

绕组极距　$\tau=7\frac{1}{2}$　　线圈节距　$y=6$　　并联路数　$a=1$

每槽电角　$\alpha=24°$　　分布系数　$K_d=0.957$　　节距系数　$K_p=0.951$

绕组系数　$K_{dp}=0.91$　　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例属分数槽绕组，即每极相槽数为分数 $2\frac{1}{2}$，故线圈组的分布规律是 3 2 3 2……，嵌线时要按 3 圈组和双圈组交替嵌入。此绕组实际应用于转子，如部分 YZR2-280S-10 电动机的转子采用此型式。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见表 2-31。

表 2-31　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	8	7	6	5	4	3	2		1		75		74		73		72	
	上层								8		7		6		5		4		3
嵌绕次序		19	20	21	22		……		122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
槽号	下层	71		70			……			19		18		17		16		15	
	上层		2		1		……		26		25		24		23		22		21
嵌绕次序		133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层	14		13		12		11		10		9							
	上层		20		19		18		17		16		15	14	13	12	11	10	9

(4) 绕组端面布接线

如图 2-31 所示。

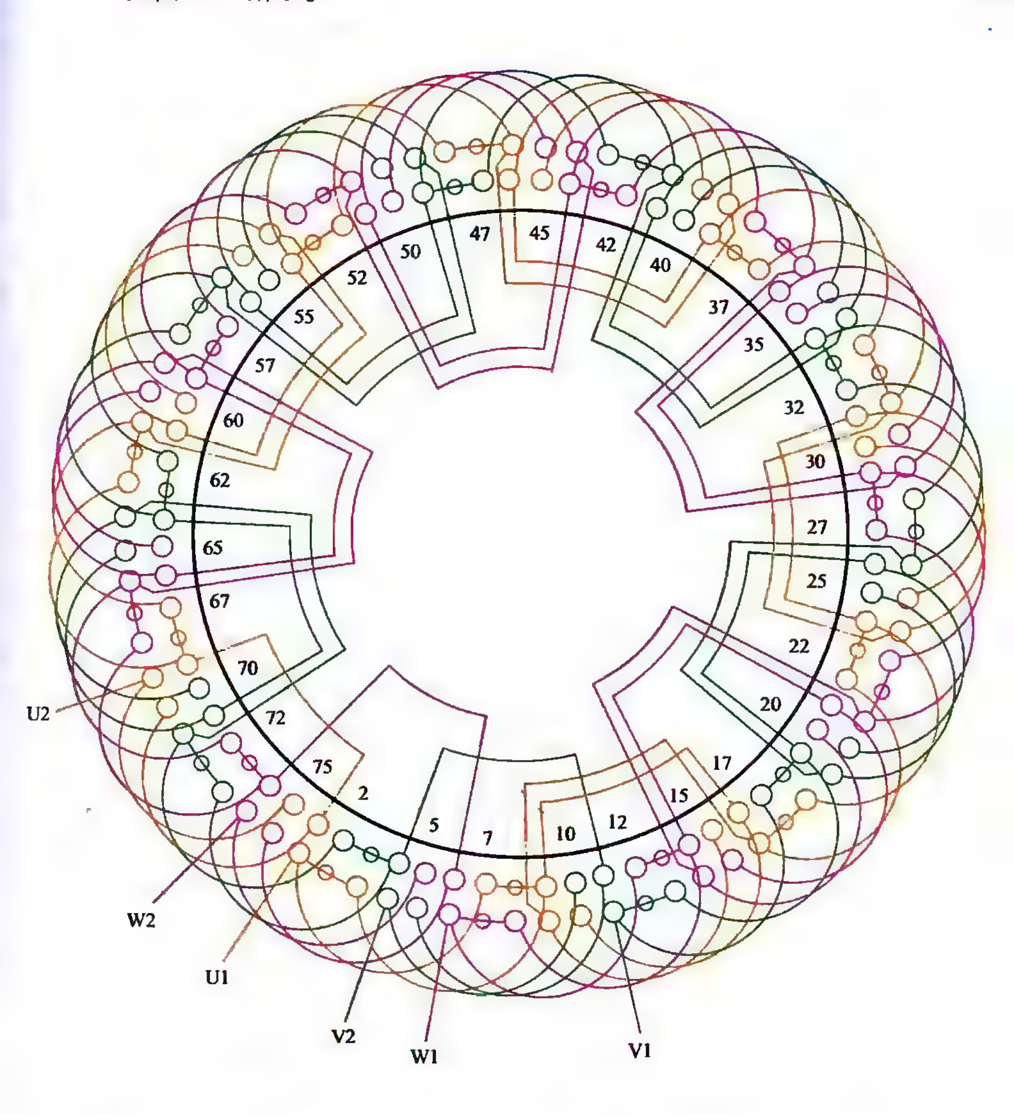


图 2-31　75 槽 10 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.2.24　75 槽 10 极（$y=6$、$a=5$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=75$　　电机极数　$2p=10$

总线圈数　$Q=75$　　线圈组数　$u=30$

每组圈数　$S=3、2$　　极相槽数　$q=2\frac{1}{2}$

绕组极距　$\tau=7\frac{1}{2}$　　线圈节距　$y=6$

并联路数　$a=5$　　每槽电角　$\alpha=24°$

分布系数　$K_d=0.957$　　节距系数　$K_p=0.951$

绕组系数　$K_{dp}=0.91$　　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是每极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$，即属分数（槽）绕组，将 1/2 线圈归并后，绕组便由 3 圈组和双圈组构成，其线圈的分布规律为 3 2 3 2 ……。绕组接线为 5 路并联时每一支路由同相相邻的大小联线圈组反向串联而成。此绕组在定子和转子上都有应用，如定子用于 JZR-61-10，转子用于 YZR2-280S-10。

(3) 绕组嵌线方法

本例是分数绕组，嵌线要注意大小联交替嵌入。交叠嵌线吊边数为 6，嵌线顺序见表 2-32。

表 2-32　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	75	74	73	72	71	70	69		68		67		66		65		64	
	上层								75		74		73		72		71		70
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		125	126	127	128	129	130	131	132
槽号	下层	63		62		61		60		……		10		9		8		7	
	上层		69		68		67		66	……			16		15		14		13
嵌绕次序		133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层	6		5		4		3		2		1							
	上层		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-32 所示。

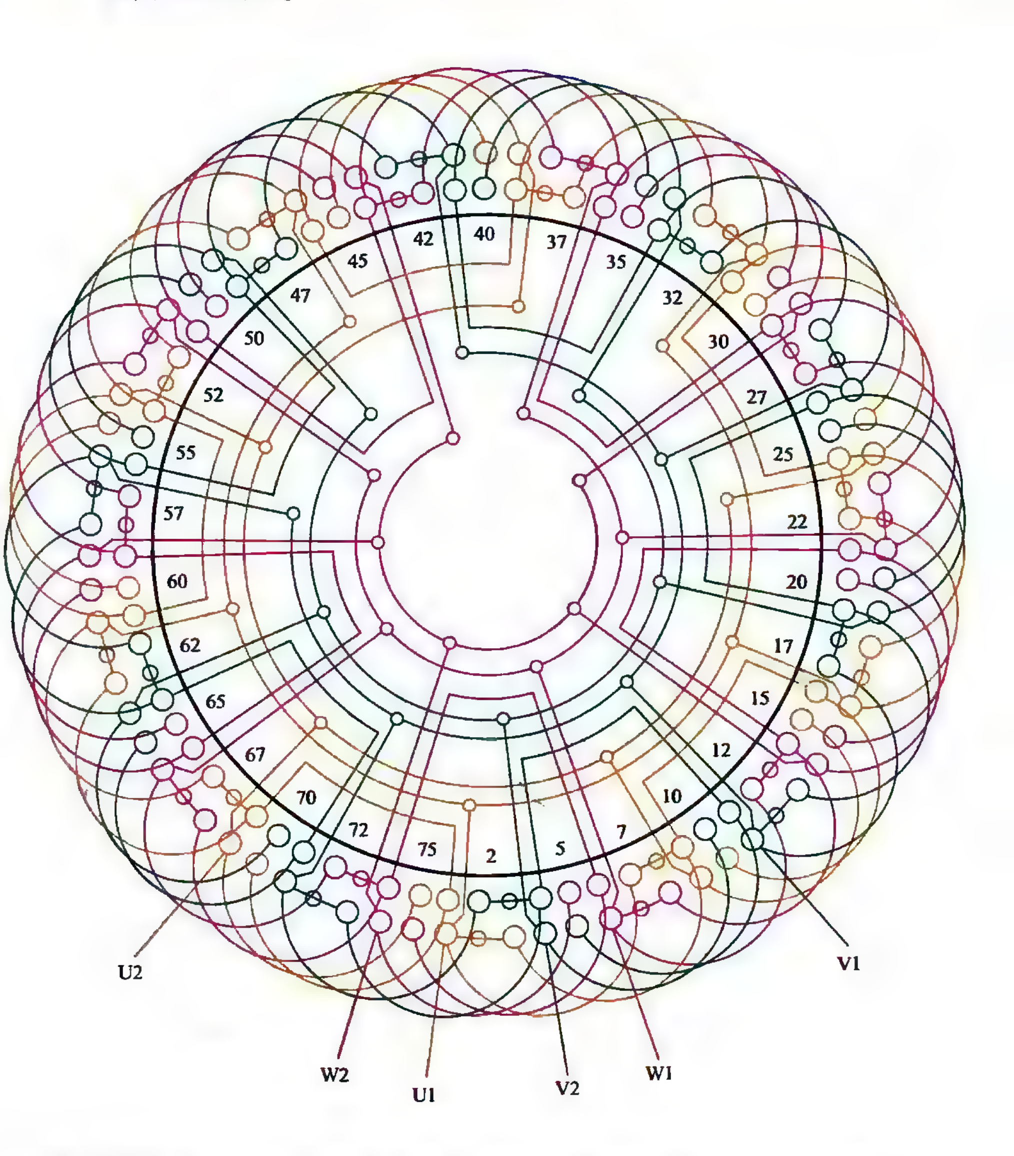


图 2-32　75 槽 10 极 ($y=6$、$a=5$) 三相电动机 (分数) 绕组双层叠式布线

2.2.25 75 槽 10 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=75$　　电机极数 $2p=10$

总线圈数 $Q=75$　　线圈组数 $u=30$

每组圈数 $S=3$、2　　极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$

绕组极距 $\tau=7\frac{1}{2}$　　线圈节距 $y=7$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=24°$

分布系数 $K_d=0.957$　　节距系数 $K_p=0.995$

绕组系数 $K_{dp}=0.952$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例 $q=$ 分数，故属分数绕组，绕组由三、双圈组成，并按 3 2 3 2 ……循环规律交替分布于铁芯。本绕组节距较大，已接近于极距，但由于此绕组设计用于转子，故对嵌线无碍。主要应用实例有 YZR-280S-10 的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 7。嵌线顺序见表 2-33。

表 2-33 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	75	74	73	72	71	70	69	68		67		66		65		64		63
	上层									75		74		73		72		71	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
槽号	下层		62		61		……		11		10		9		8		7		6
	上层	70		69		68	……			18		17		16		15		14	
嵌绕次序		133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图2-33所示。

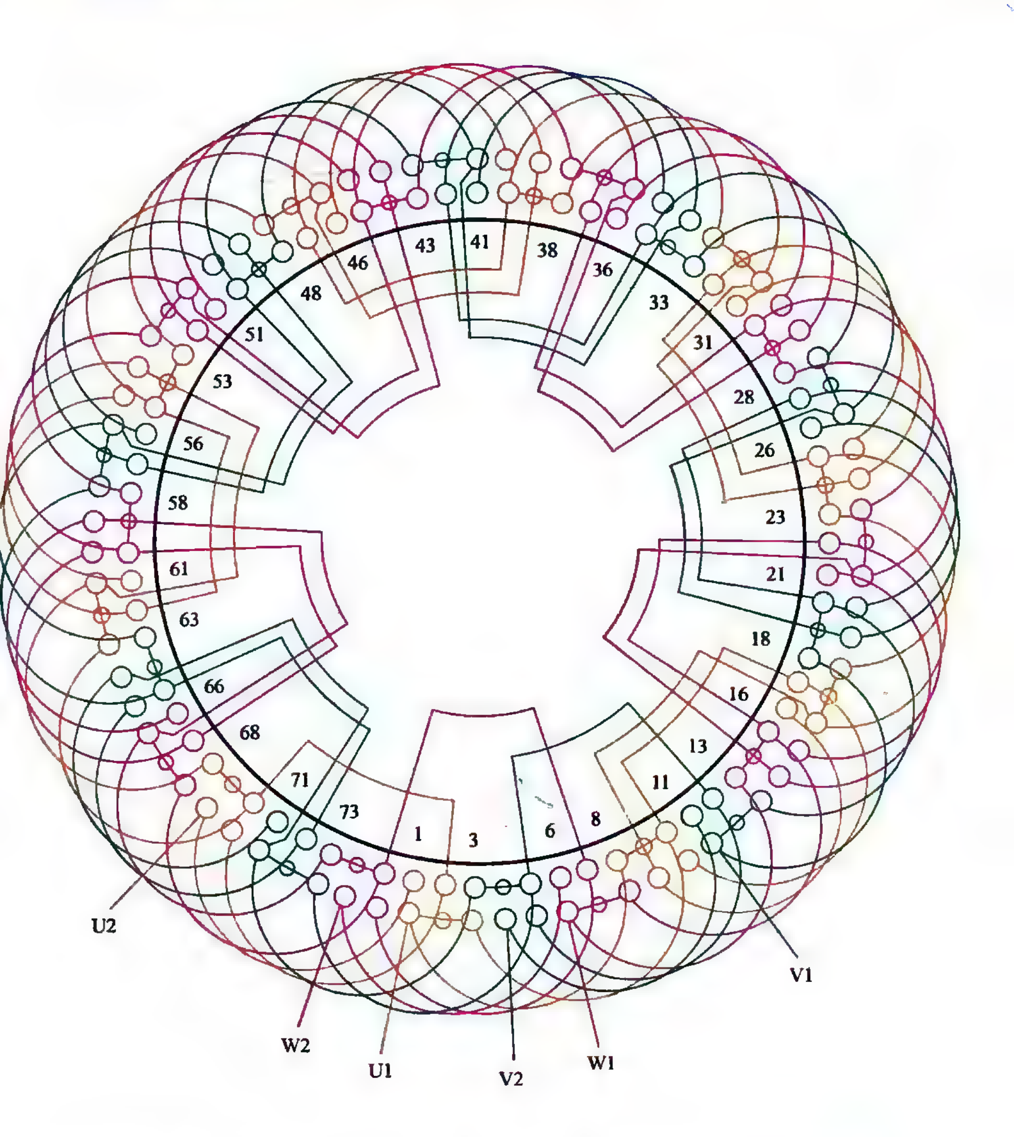


图2-33　75槽10极（$y=7$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.2.26 75槽10极（$y=7$、$a=5$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=75$　　电机极数 $2p=10$

总线圈数 $Q=75$　　线圈组数 $u=30$

每组圈数 $S=3$、2　　极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$

绕组极距 $\tau=7\frac{1}{2}$　　线圈节距 $y=7$

并联路数 $a=5$　　每槽电角 $\alpha=24°$

分布系数 $K_d=0.957$　　节距系数 $K_p=0.995$

绕组系数 $K_{dp}=0.952$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，每组由三、双圈的大小联组成，线圈分布规律是3 2 3 2……，嵌线时宜参照图纸嵌入。本例采用五路并联，每一支路由相邻的各一大小线圈组反极性串联而成。本绕组既可用于定子，也有用于转子，主要应用实例有 YZR315S-10 和 YZR2-280M-10 的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，嵌线吊边数为 7。嵌线顺序见表 2-34。

表 2-34　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	75	74	73	72	71	70	69	68		67		66		65		64		63
	上层									75		74		73		72		71	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		125	126	127	128	129	130	131	132
槽号	下层		62		61		60		59	……			9		8		7		6
	上层	70		69		68		67		……		17		16		15		14	
嵌绕次序		133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-34 所示。

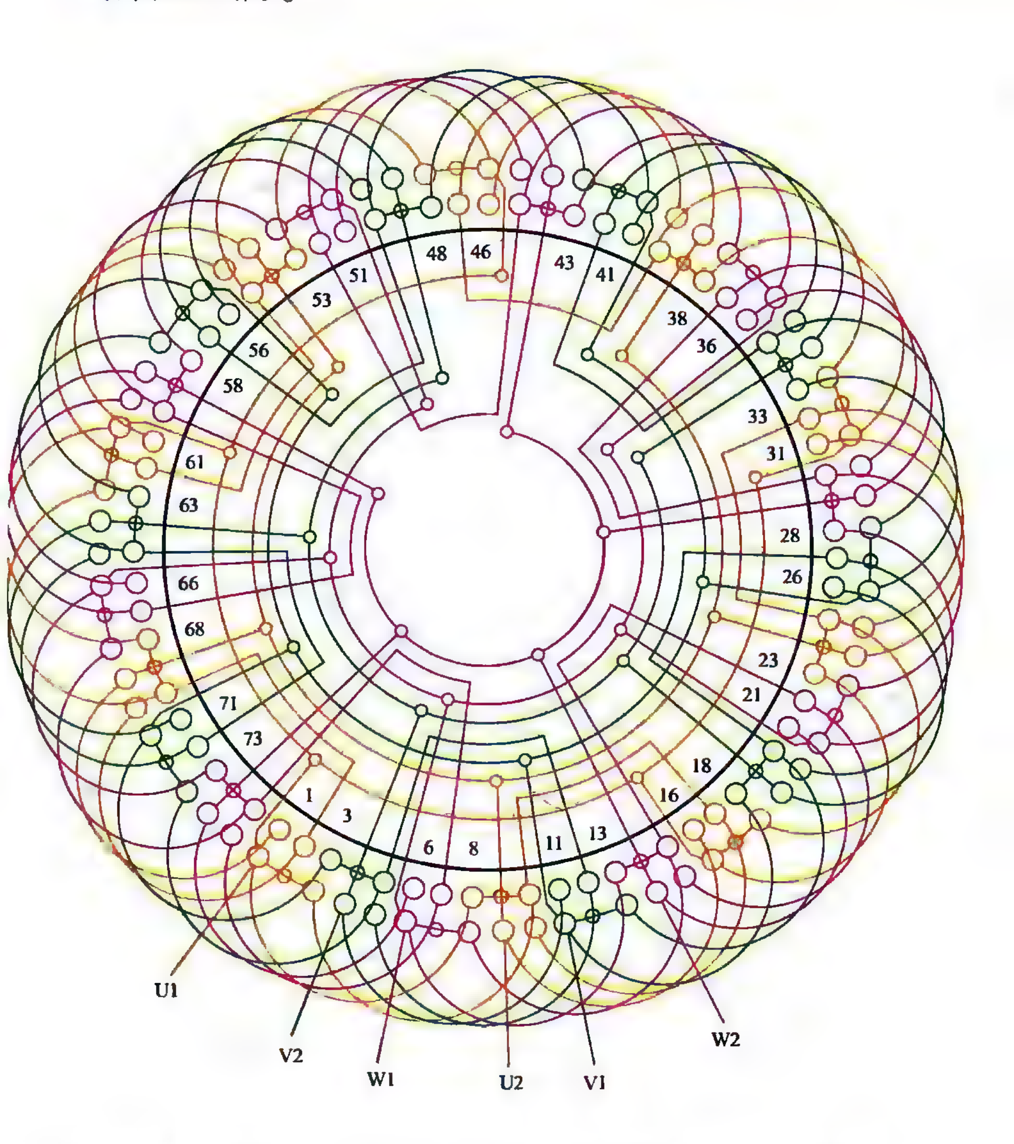


图 2-34　75 槽 10 极（$y=7$、$a=5$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

2.2.27　75 槽 10 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式（长距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=75$	电机极数	$2p=10$
总线圈数	$Q=75$	线圈组数	$u=30$
每组圈数	$S=3$、2	极相槽数	$q=2\frac{1}{2}$
绕组极距	$\tau=7\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=8$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=24^\circ$
分布系数	$K_d=0.957$	节距系数	$K_p=0.995$
绕组系数	$K_{dp}=0.952$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

因每极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$ 的分数，故本例是分数绕组。将 1/2 圈归并后，每组由 3 圈和双圈构成；大小联线圈组的分布规律是 3 2 3 2 ……，嵌线时应予注意。此绕组主要应用于转子，实例如 JBRO-355M-10 型低压隔爆型绕线式电动机的转子绕组。

本绕组线圈节距较前几例放长一槽，使节距超过极距，但绕组系数没有提高。究其目的，是以增加转子绕组内阻，来满足限流的要求。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见表 2-35。

表 2-35　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	75	74	73	72	71	70	69	68	67		66		65		64		63	
	上层										75		74		73		72		71
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
槽号	下层	62		61		60	……			10		9		8		7		6	
	上层		70		69		……		19		18		17		16		15		14
嵌绕次序		133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-35 所示。

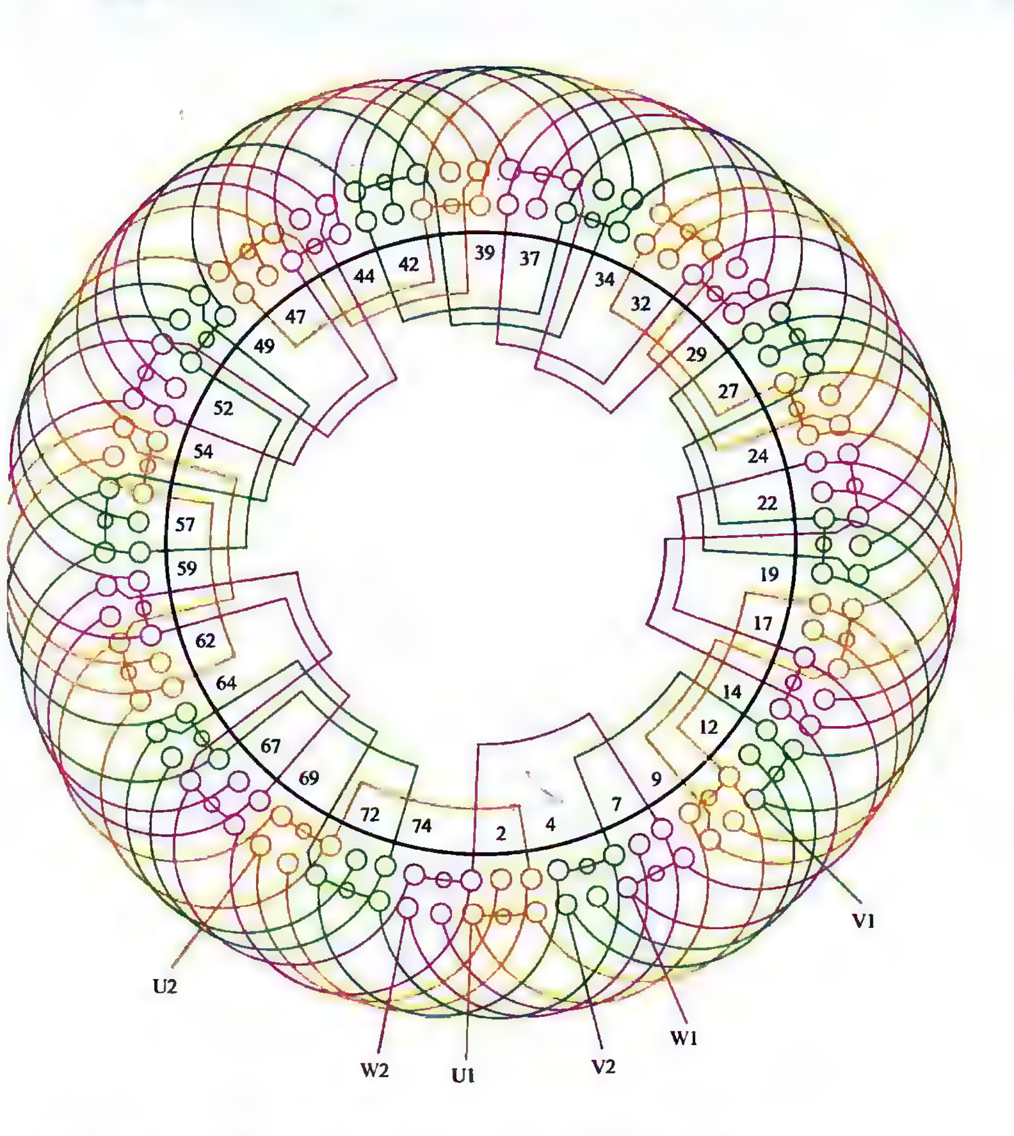


图 2-35　75 槽 10 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式（长距）布线

2.3　72 槽系列 4 极电动机绕组端面布接线图

由于 72 槽系列电动机绕组数量较多，为便于查阅，特将其按极数编排；而大型电机中，因其重量大，72 槽不宜绕制高转速电动机，故 2 极中没有 72 槽定子，而 4 极仍属较高转速，所以实用绕组也不多。今从资料中列选仅得 8 例，且全部采用双层叠式布线，供读者修理时参考。

2.3.1　72 槽 4 极（$y=12$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=72$　电机极数　$2p=4$　总线圈数　$Q=72$

线圈组数　$u=12$　每组圈数　$S=6$　极相槽数　$q=6$

绕组极距　$\tau=18$　线圈节距　$y=12$　并联路数　$a=4$

每槽电角　$\alpha=10°$　分布系数　$K_d=0.956$　节距系数　$K_p=0.866$

绕组系数　$K_{dp}=0.828$　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例线圈采用 2/3 极距的短节距，属正常节距中的最短节距，其绕组系数较低，但吊边数相对较少而利于嵌线。此绕组实际应用较少，主要见用于老系列电动机，如 J1-92-4。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 12。嵌线顺序见表 2-36。

表 2-36　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	6	5	4	3	2	1	72	71	70	69	68	67	66		65		64	
	上层														6		5		4
嵌绕次序		19	20	21	22		……		116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	63		62			……			14		13		12		11		10	
	上层		3		2		……		27		26		25		24		23		22
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	9		8		7													
	上层		21		20		19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 2-36 所示。

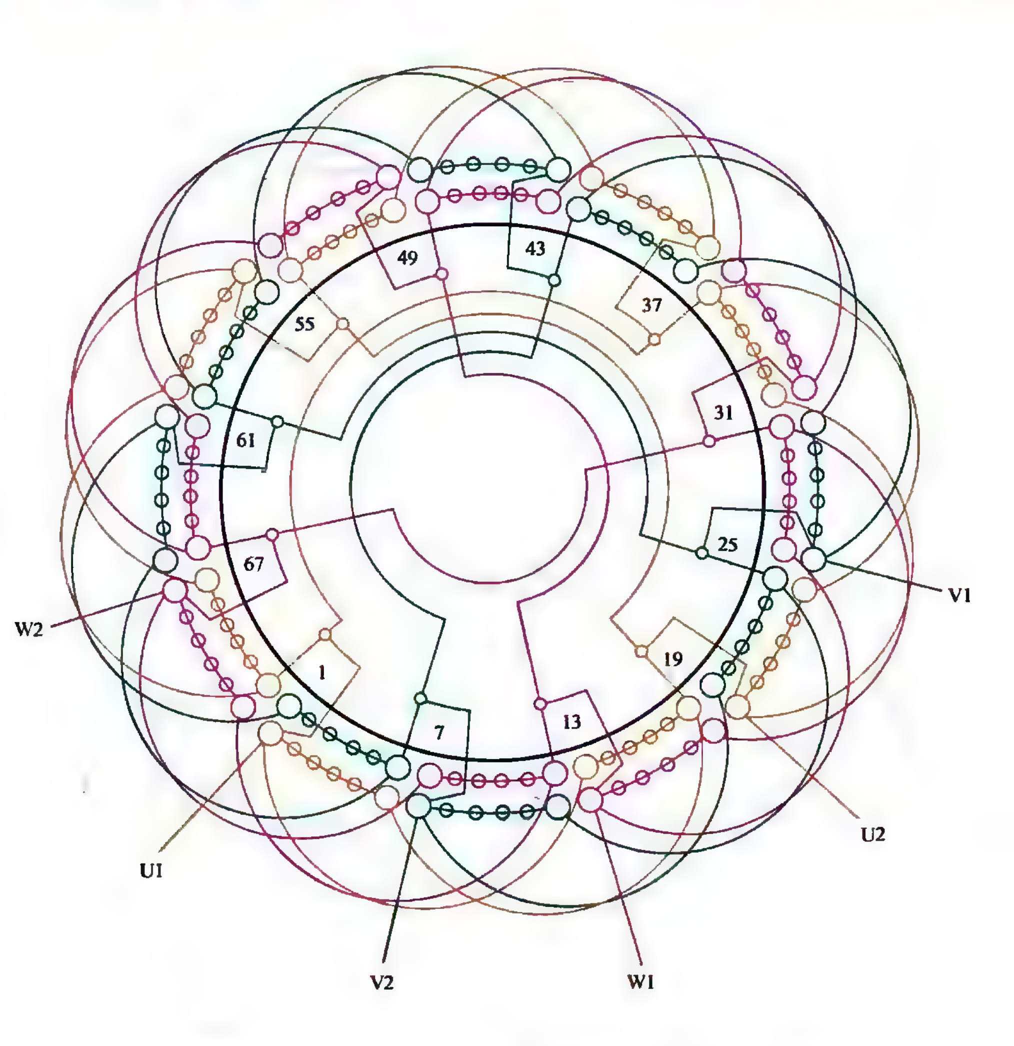


图 2-36　72 槽 4 极（$y=12$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.3.2 72 槽 4 极（$y=13$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　电机极数 $2p=4$

总线圈数 $Q=72$　　线圈组数 $u=12$

每组圈数 $S=6$　　极相槽数 $q=6$

绕组极距 $\tau=18$　　线圈节距 $y=13$

并联路数 $a=2$　　每槽电角 $\alpha=10°$

分布系数 $K_d=0.956$　　节距系数 $K_p=0.906$

绕组系数 $K_{dp}=0.866$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由 6 联组组成，每相有 4 个线圈组；采用 2 路并联，即进线后分左右两路反极性串联，即采用短跳接法，从而使同相相邻线圈组的极性相反。绕组实际应用不多，主要实例有 JZTT-81-6/4 电磁调速电动机之 4 极绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法，嵌线吊边数为 13。嵌线顺序见表 2-37。

表 2-37　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59		58		57
	上层															72		71	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		56		55		54		53	……			6		5		4		3
	上层									……		20		19		18		17	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		2		1														
	上层	16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-37 所示。

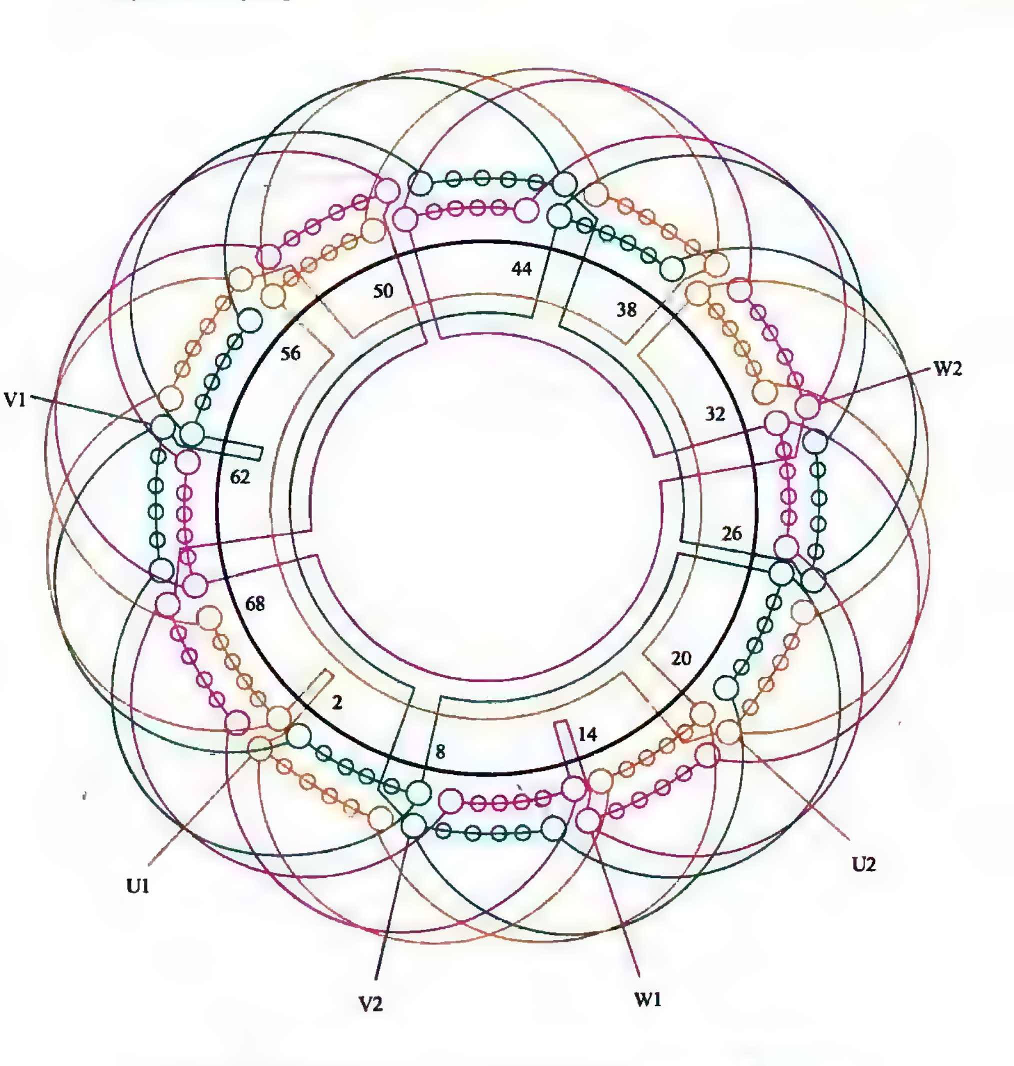


图 2-37　72 槽 4 极（$y=13$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.3.3 72 槽 4 极（$y=14$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　电机极数 $2p=4$　总线圈数 $Q=72$

线圈组数 $u=12$　每组圈数 $S=6$　极相槽数 $q=6$

绕组极距 $\tau=18$　线圈节距 $y=14$　并联路数 $a=2$

每槽电角 $\alpha=10°$　分布系数 $K_d=0.956$　节距系数 $K_p=0.94$

绕组系数 $K_{dp}=0.899$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组线圈节距较上例增长一槽，绕组系数略有提高；每相由 4 组线圈分二路连接，每支路两组线圈反极性串联后，将尾线并接并出线。此绕组实际应用不多，主要应用实例有电磁调速双绕组双速电动机 JZTT-82-6/4 之 4 极绕组。

（3）绕组嵌线方法

双层叠绕宜用交叠法嵌线，本例嵌线需吊起边数为 14，即嵌完 14 个下层边后可进行线圈整嵌。嵌线顺序见表 2-38。

表 2-38　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	6	5	4	3	2	1	72	71	70	69	68	67	66	65	64		63	
	上层																6		5
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	62		61		60		59		……		12		11		10		9	
	上层		4		3		2			……			26		25		24		23
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	8		7															
	上层		22		21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 2-38 所示。

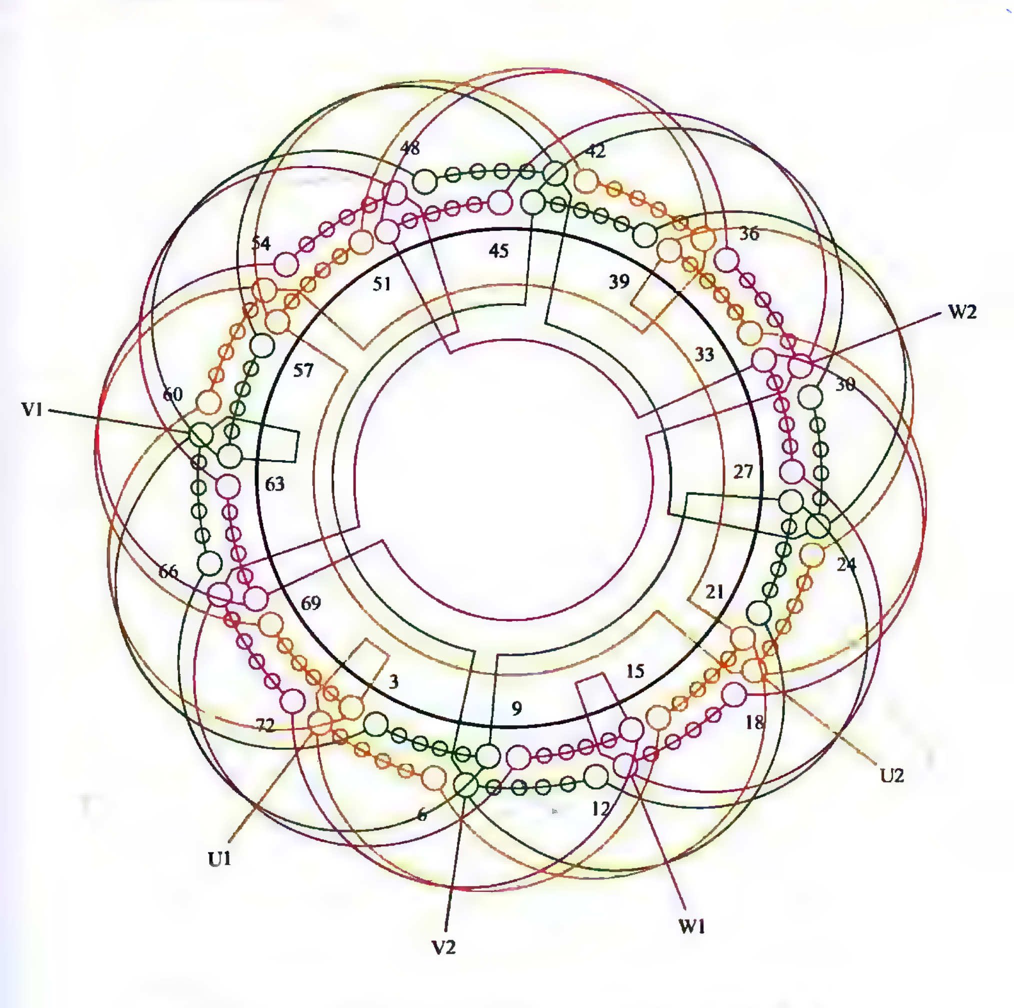


图 2-38　72 槽 4 极（$y=14$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.3.4 72槽4极（$y=15$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　电机极数 $2p=4$　　总线圈数 $Q=72$

线圈组数 $u=12$　　每组圈数 $S=6$　　极相槽数 $q=6$

绕组极距 $\tau=18$　　线圈节距 $y=15$　　并联路数 $a=1$

每槽电角 $\alpha=10°$　　分布系数 $K_d=0.956$　　节距系数 $K_p=0.966$

绕组系数 $K_{dp}=0.923$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例线圈节距也比上例增加一槽，绕组系数又有所提高；绕组由六联组组成，每相4组按同相相邻反向串联接线。本绕组在系列中无此规格，见用于实修电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为15。嵌线顺序见表2-39。

表2-39　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57		56
	上层																	72	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		......		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		55		54		53			......			5		4		3		2
	上层	71		70		69		68		......		21		20		19		18	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		1																
	上层	17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-39 所示。

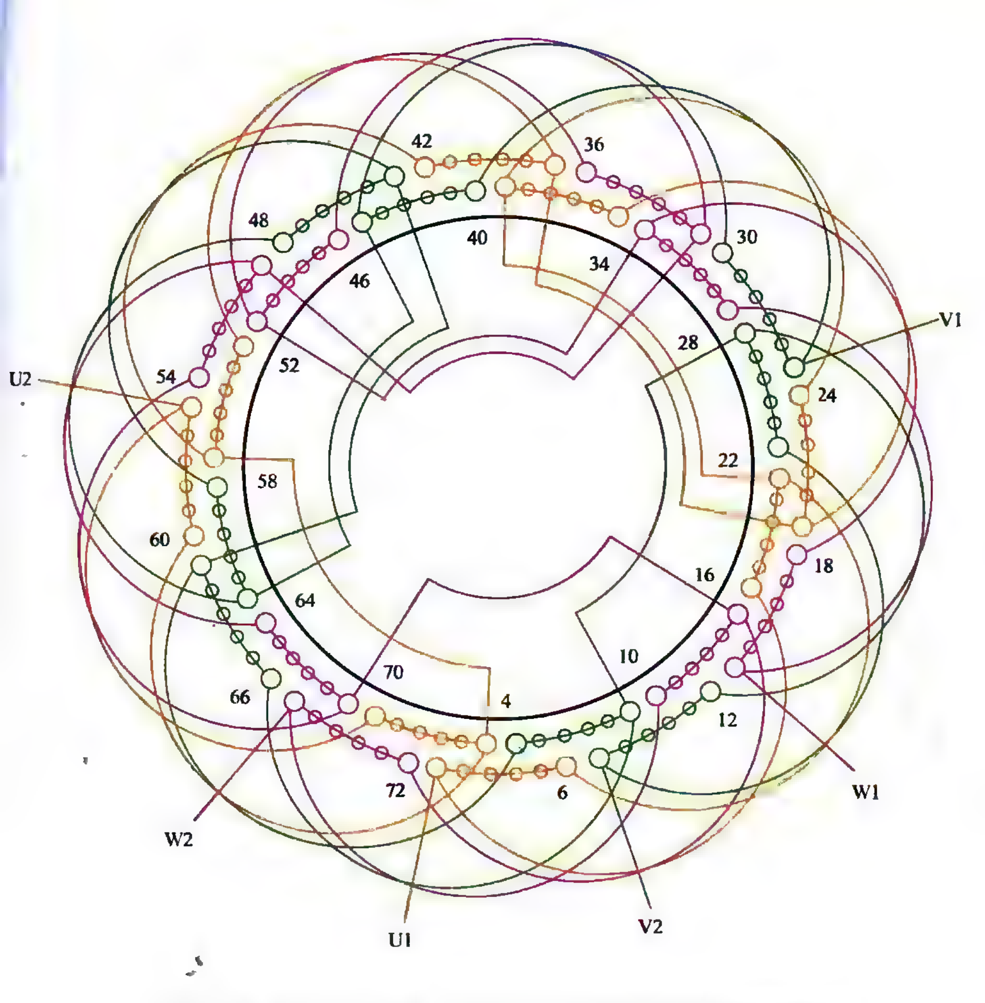


图 2-39　72 槽 4 极（$y=15$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.3.5 72槽4极（$y=15$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$ 电机极数 $2p=4$ 总线圈数 $Q=72$

线圈组数 $u=12$ 每组圈数 $S=6$ 极相槽数 $q=6$

绕组极距 $\tau=18$ 线圈节距 $y=15$ 并联路数 $a=2$

每槽电角 $\alpha=10°$ 分布系数 $K_d=0.956$ 节距系数 $K_p=0.966$

绕组系数 $K_{dp}=0.923$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组是二路并联，全部线圈组由6只线圈连绕而成。每相分左右二支路连接，每支路用短跳将相邻两组线圈反极性串联。此绕组实际应用不多，主要实例有电磁调速的双绕组双速电动机JZTT-91-6/4的4极绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为15。嵌线顺序见表2-40。

表2-40 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57		56
	上层																	72	
嵌绕次序		19	20	21	22		……		116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		55		54		……		7		6		5		4		3		2
	上层	71		70			……			22		21		20		19		18	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		1																
	上层	17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-40 所示。

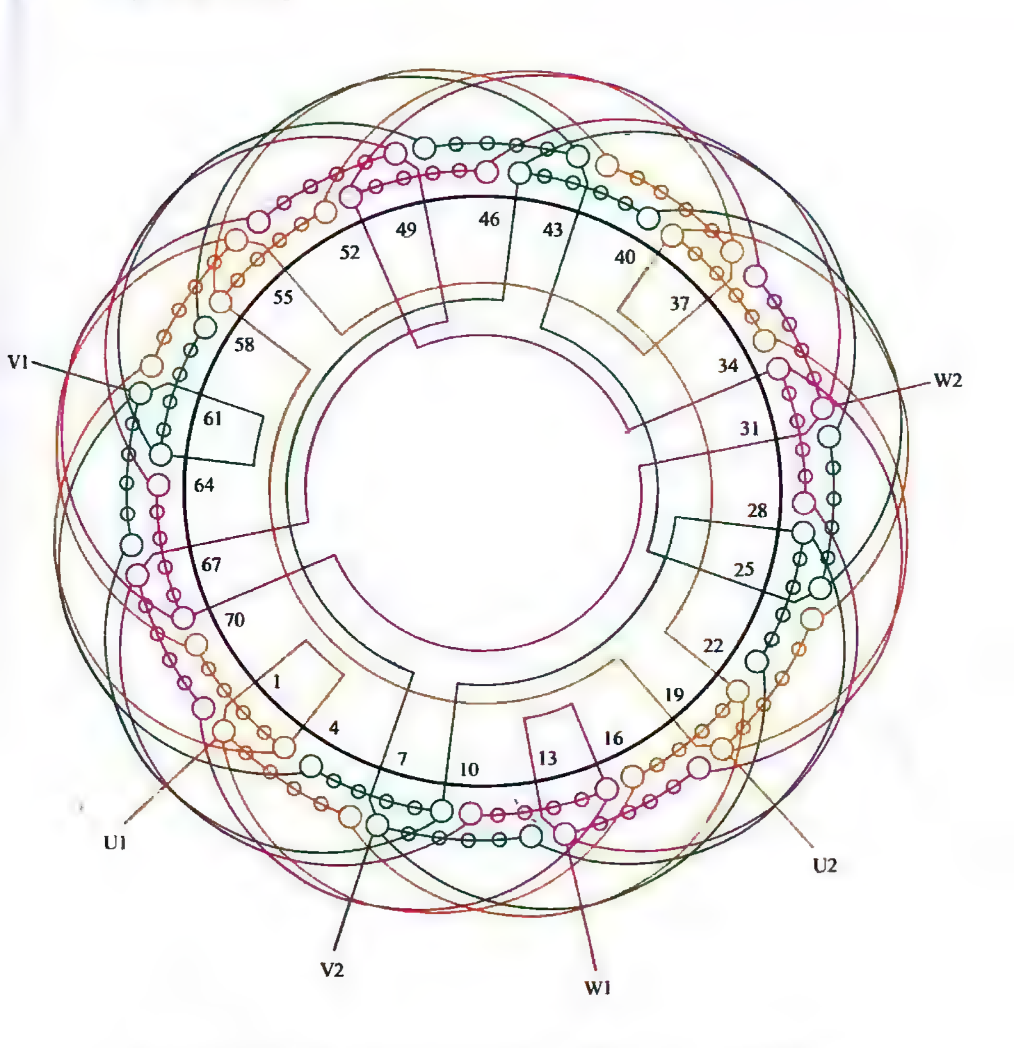


图 2-40　72 槽 4 极（$y=15$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.3.6 72槽4极（$y=15$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　电机极数 $2p=4$

总线圈数 $Q=72$　　线圈组数 $u=12$

每组圈数 $S=6$　　极相槽数 $q=6$

绕组极距 $\tau=18$　　线圈节距 $y=15$

并联路数 $a=4$　　每槽电角 $\alpha=10°$

分布系数 $K_d=0.956$　　节距系数 $K_p=0.966$

绕组系数 $K_{dp}=0.923$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本绕组是四路并联，即每支路仅一组线圈，按同相相邻反极性并联而成。此绕组主要用于容量较大的电动机，主要应用实例如 Y2-315S-4 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 15。嵌线顺序见表 2-41。

表 2-41　交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号 下层	6	5	4	3	2	1	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63		62
槽号 上层																	6	
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	……		117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号 下层		61		60		59	……			12		11		10		9		8
槽号 上层	5		4		3		……		28		27		26		25		24	
嵌绕次序	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号 下层		7																
槽号 上层	23		22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 2-41 所示。

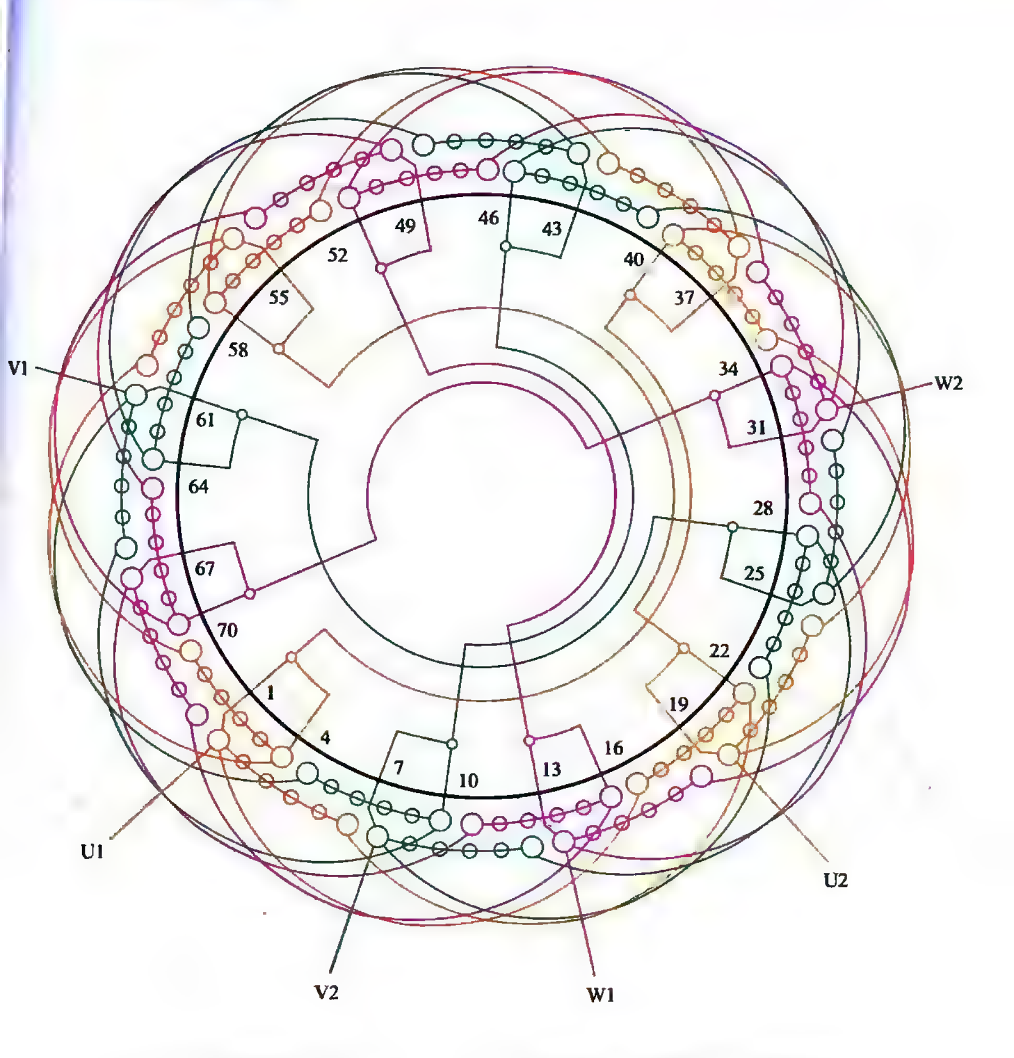


图 2-41　72 槽 4 极（$y=15$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.3.7　72槽4极（y=16、a=4）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=72$	电机极数	$2p=4$
总线圈数	$Q=72$	线圈组数	$u=12$
每组圈数	$S=6$	极相槽数	$q=6$
绕组极距	$\tau=18$	线圈节距	$y=16$
并联路数	$a=4$	每槽电角	$\alpha=10°$
分布系数	$K_d=0.958$	节距系数	$K_p=0.985$
绕组系数	$K_{dp}=0.944$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例线圈较上例增加1槽节距，绕组系数略为提高，但嵌线也增加一个吊边，即嵌线难度也稍有增加。而本绕组采用四路并联，故每一支路仅有一组线圈，接线时应使同相相邻线圈组反极性。此绕组应用于Y315M1-4。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为16。嵌线顺序见表2-42。

表2-42　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	
	上层																		72
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	55		54		53	……			6		5		4		3		2	
	上层		71		70		……		23		22		21		20		19		18
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	1																	
	上层		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-42 所示。

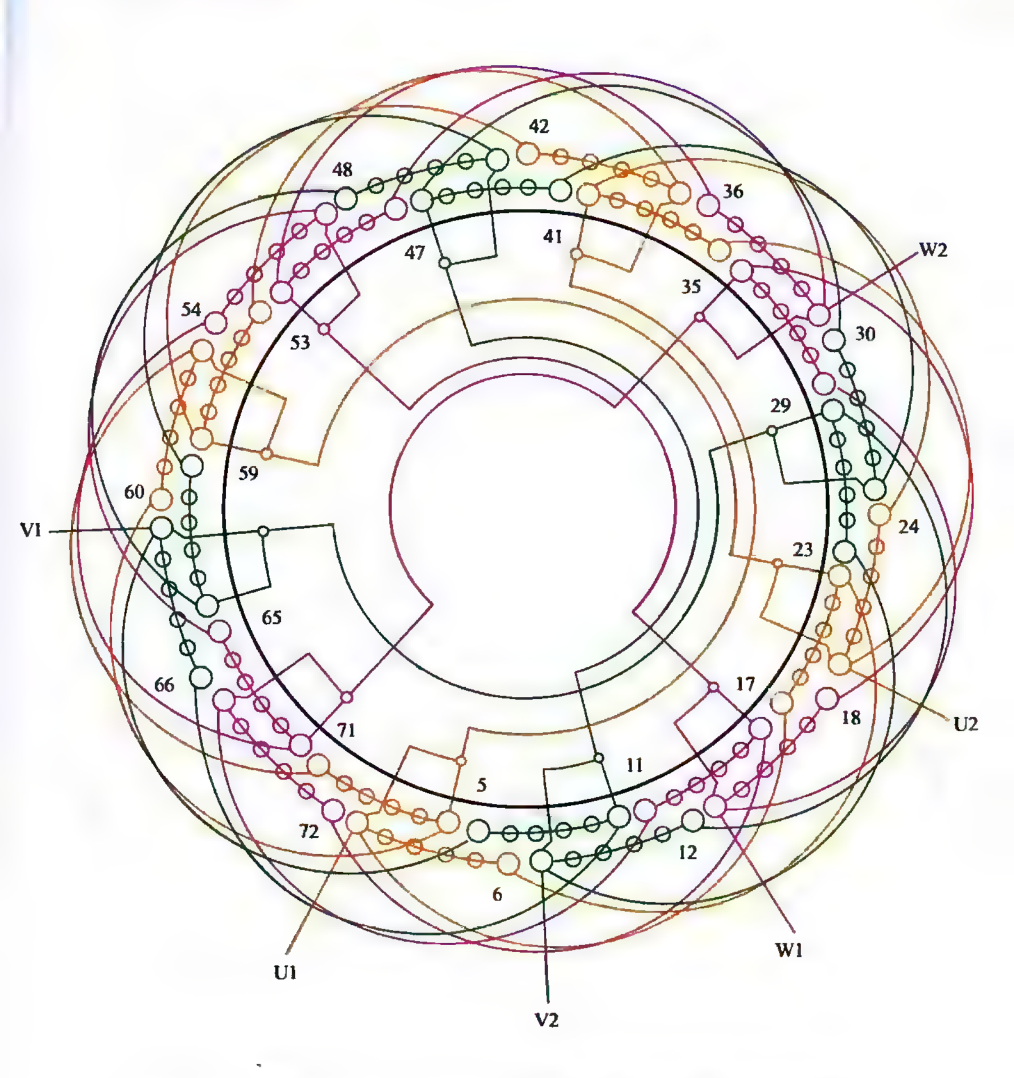


图 2-42　72 槽 4 极（$y=16$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.3.8 72槽4极（$y=18$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　电机极数 $2p=4$　总线圈数 $Q=72$

线圈组数 $u=12$　每组圈数 $S=6$　极相槽数 $q=6$

绕组极距 $\tau=18$　线圈节距 $y=18$　并联路数 $a=1$

每槽电角 $\alpha=10°$　分布系数 $K_d=0.956$　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.956$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

此绕组采用整距布线，即线圈节距等于极距，使吊边数达到18，给嵌线造成极大的困难。好在此绕组应用于绕线电动机转子绕组，不受铁芯内腔限制，使吊边数不致影响嵌线。主要应用实例有YZR2-315M-4电动机的转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为18。嵌线顺序见表2-43。

表2-43　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	6	5	4	3	2	1	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
	上层																		
嵌绕次序		19	20	21	22	……			116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	60		59		……				11		10		9		8		7	
	上层		6		5	……			30		29		28		27		26		25
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层																		
	上层	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 2-43 所示。

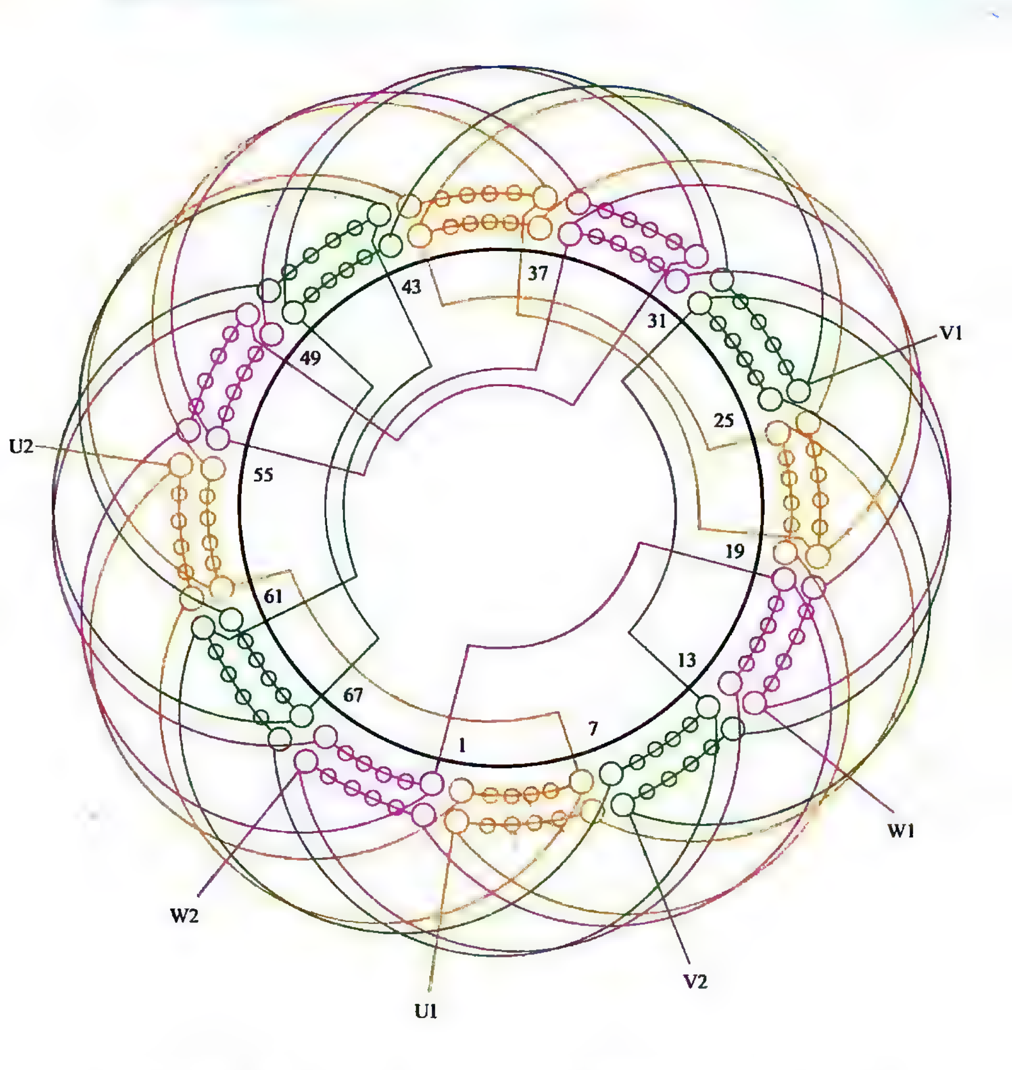


图 2-43　72 槽 4 极（$y=18$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

2.4　72 槽系列 6 极电动机绕组端面布接线图

72 槽系列 6 极电动机属大型品种，选用绕组型式自然是双层叠式；而本节收入 2 例单层同心式，但均是多速电动机的配套绕组。根据资料查得 72 槽 6 极电机各式实用绕组共有 15 例，其中除去与高压电机兼用的 72 槽 6 极（$y=9$、$a=1$；$y=10$、$a=1$；$y=10$、$a=2$；$y=11$、$a=1$）4 例，则本节实收 12 例。供读者修理时参考。

2.4.1　72 槽 6 极（$y=9$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=72$　　　电机极数　$2p=6$

总线圈数　$Q=72$　　　线圈组数　$u=18$

每组圈数　$S=4$　　　极相槽数　$q=4$

绕组极距　$\tau=12$　　　线圈节距　$y=9$

并联路数　$a=3$　　　每槽电角　$\alpha=15°$

分布系数　$K_d=0.958$　　　节距系数　$K_p=0.924$

绕组系数　$K_{dp}=0.885$　　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例为 6 极绕组，每相由 6 个四联组构成。因是三路并联，每支路由相邻两组反向串联，最后把三支路的首尾分别并联后出线。此绕组实际应用较少，主要实例有 JB-42-6 型的低压隔爆型三相电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见表 2-44。

表 2-44　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63		62		61		60		59
	上层											72		71		70		69	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		58		57		56		55	……			8		7		6		5
	上层	68		67		66		65		……		18		17		16		15	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		4		3		2		1										
	上层	14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-44 所示。

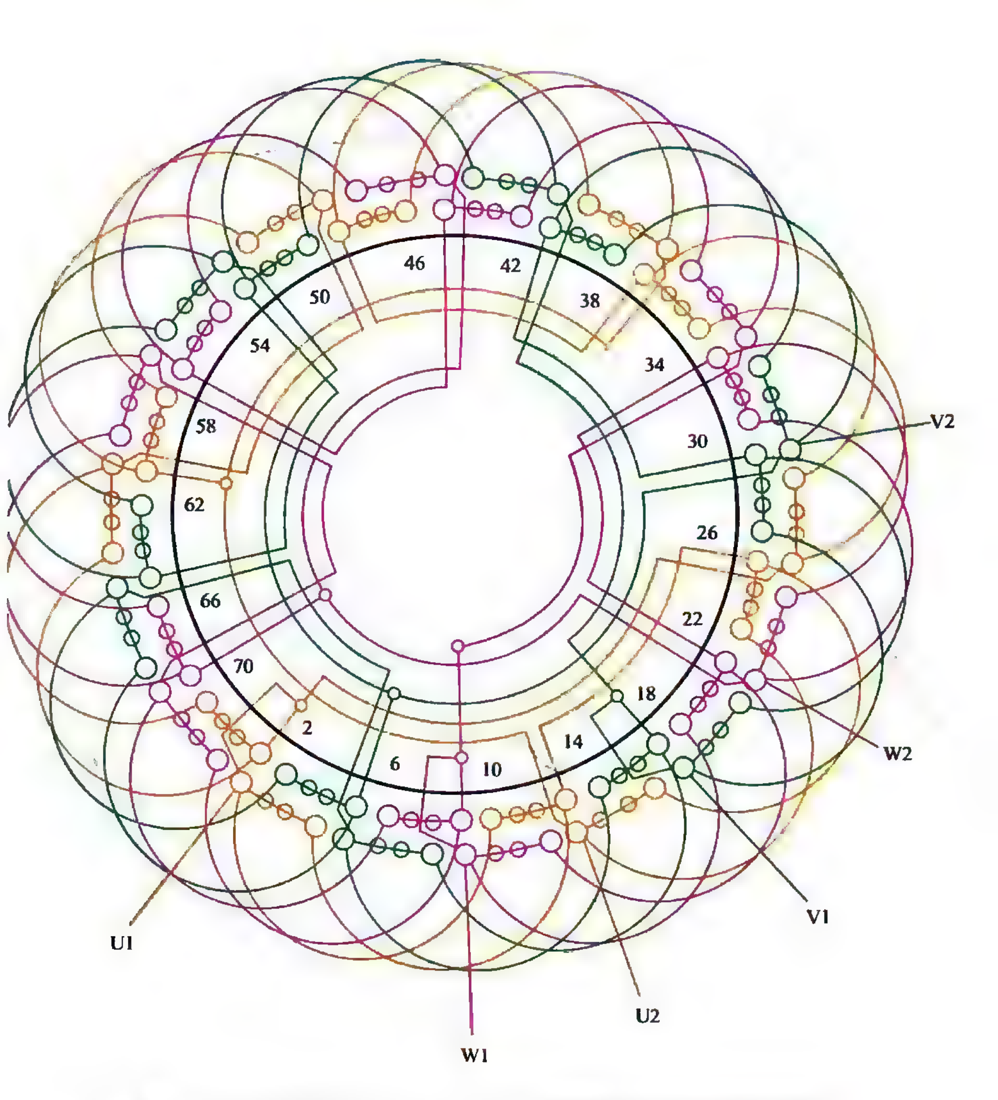


图 2-44　72 槽 6 极（$y=9$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.4.2 72 槽 6 极（$y=9$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　电机极数 $2p=6$

总线圈数 $Q=72$　　线圈组数 $u=18$

每组圈数 $S=4$　　极相槽数 $q=4$

绕组极距 $\tau=12$　　线圈节距 $y=9$

并联路数 $a=6$　　每槽电角 $\alpha=15°$

分布系数 $K_d=0.958$　　节距系数 $K_p=0.924$

绕组系数 $K_{dp}=0.885$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用较短的正常节距，绕组系数较低。每相由 6 个四联组并接而成，但同相相邻组间极性必须相反。此绕组主要用于小型三相水轮发电机，如 TSWN-74/36 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 9。嵌线顺序见表 2-45。

表 2-45　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63		62		61		60		59
	上层											72		71		70		69	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		103	104	105	106	107	108
槽号	下层		58		57		56		55		54	……			16		15		14
	上层	68		67		66		65		64		……		26		25		24	
嵌绕次序		109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		13		12		11		10		9		8		7		6		5
	上层	23		22		21		20		19		18		17		16		15	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		4		3		2		1										
	上层	14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-45 所示。

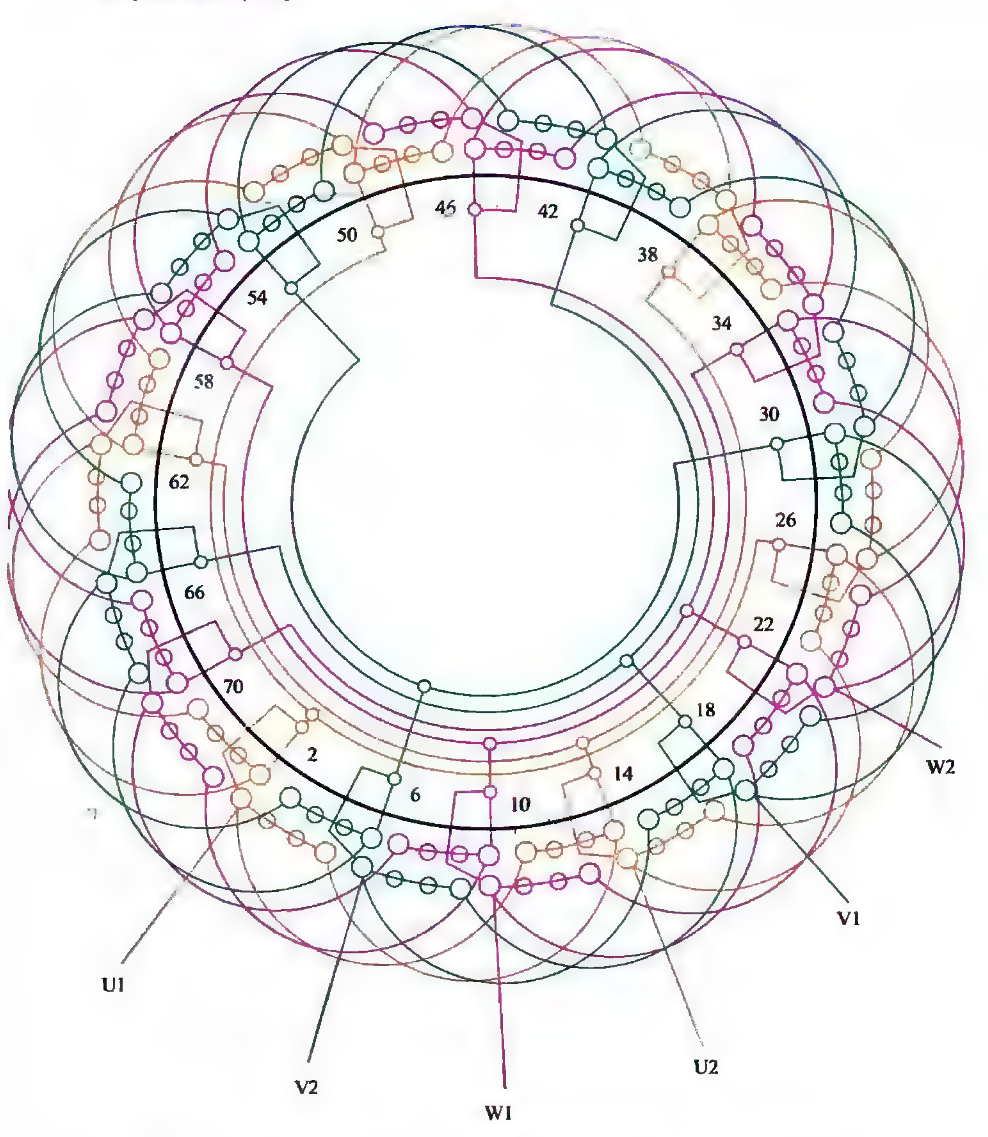


图 2-45　72 槽 6 极（$y=9$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.4.3 72 槽 6 极（y=10、a=3）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=72$	线圈节距	$y=10$
电机极数	$2p=6$	并联路数	$a=3$
总线圈数	$Q=72$	每槽电角	$\alpha=15°$
线圈组数	$u=18$	分布系数	$K_d=0.958$
每组圈数	$S=4$	节距系数	$K_p=0.966$
极相槽数	$q=4$	绕组系数	$K_{dp}=0.925$
绕组极距	$\tau=12$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本绕组较上例节距增长一槽，绕组系数稍有降低；接线上则采用三路并联，每一支路由相邻线圈组反向串联而成。主要应用实例有 JO2L-81-6 铝线绕组电动机、JR2-355S1-6 绕线式电动机等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见表 2-46。

表 2-46 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62		61		60		59	
	上层												72		71		70		69
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……			121	122	123	124	125	126
槽号	下层	58		57		56		55		54	……			7		6		5	
	上层		68		67		66		65		……				17		16		15
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-46 所示。

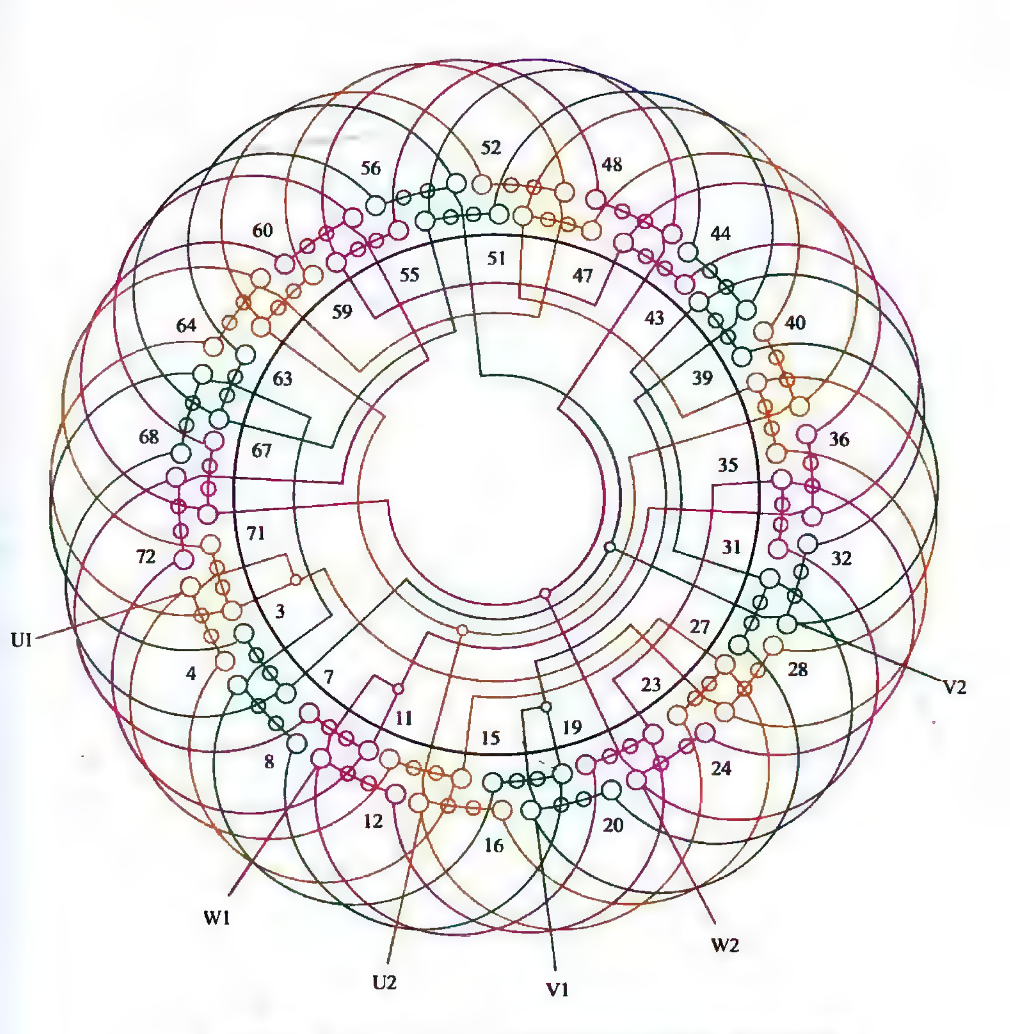


图 2-46　72 槽 6 极（$y=10$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.4.4 72 槽 6 极（$y=10$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$

电机极数 $2p=6$

总线圈数 $Q=72$

线圈组数 $u=18$

每组圈数 $S=4$

极相槽数 $q=4$

绕组极距 $\tau=12$

线圈节距 $y=10$

并联路数 $a=6$

每槽电角 $\alpha=15°$

分布系数 $K_d=0.958$

节距系数 $K_p=0.966$

绕组系数 $K_{dp}=0.925$

出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由四联组组成，采用六路并联则每支路只有一组线圈，并按同相相反极性并接。此绕组主要应用于新系列，如 Y2-355L-6 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 10。嵌线顺序见表 2-47。

表 2-47　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2		1		72		71	
	上层												12		11		10		9
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……		118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	70		69		68		67	……			20		19		18		17	
	上层		8		7		6		……		31		30		29		28		27
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	16		15		14		13											
	上层		26		25		24		23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13

(4) 绕组端面布接线

如图 2-47 所示。

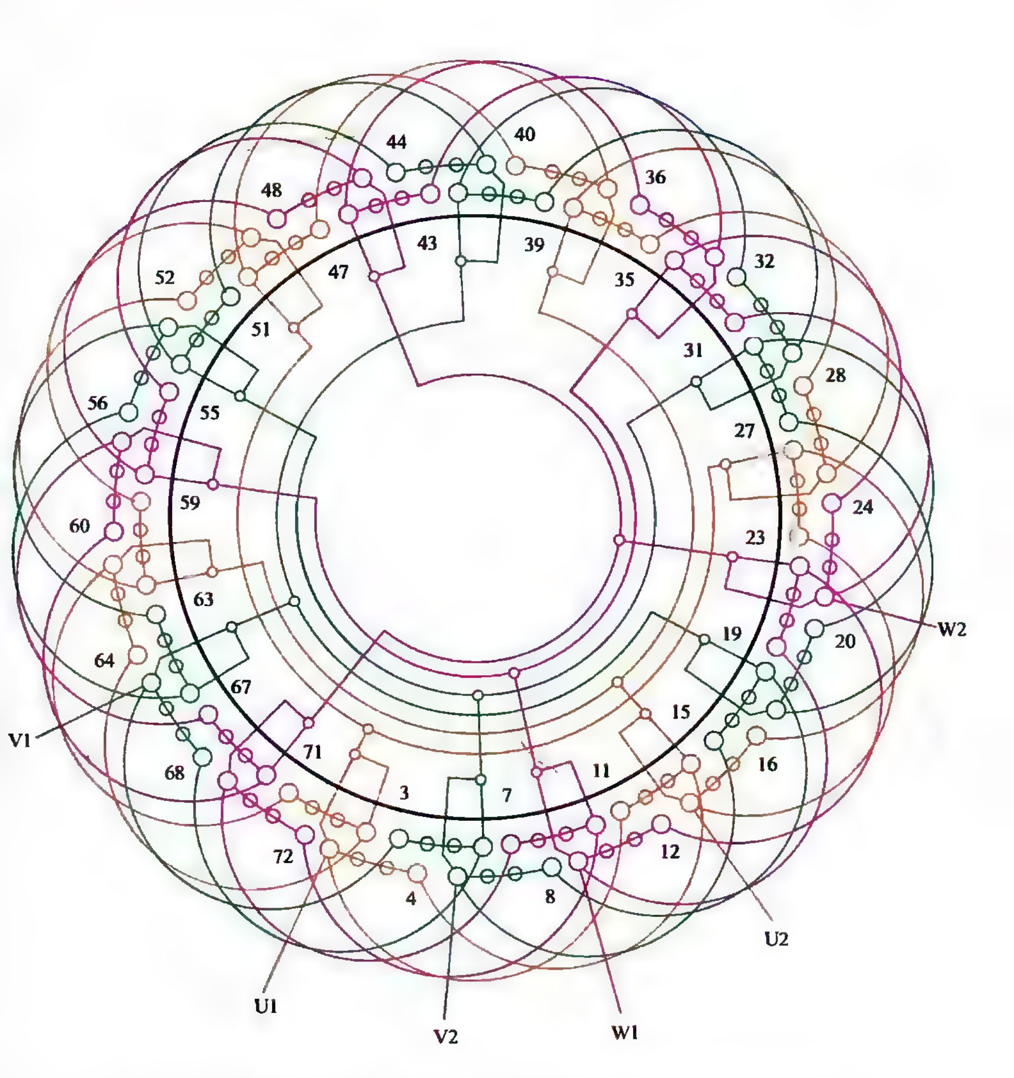


图 2-47　72 槽 6 极（$y=10$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.4.5 72槽6极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　线圈节距 $y=11$

电机极数 $2p=6$　　并联路数 $a=2$

总线圈数 $Q=72$　　每槽电角 $\alpha=15°$

线圈组数 $u=18$　　分布系数 $K_d=0.958$

每组圈数 $S=4$　　节距系数 $K_p=0.991$

极相槽数 $q=4$　　绕组系数 $K_{dp}=0.949$

绕组极距 $\tau=12$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例采用较大的正常节距，绕组系数较高。绕组由四联组构成，每相6组线圈，采用二路并联则每一支路有3组绕圈，接线用短跳连接，即进线后向左右两路走向，每一支路将3组线圈反极性串联，最后将尾线并接后引出本相尾端。主要应用实例有高效率电动机YX-200L2-6及绕线式电动机YR250M2-6等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，吊边数11。嵌线顺序见表2-48。

表2-48　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	8	7	6	5	4	3	2	1	72	71	70	69		68		67		66
	上层													8		7		6	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27		……		121	122	123	124	125	126
槽号	下层		65		61		53		62			……			14		13		12
	上层	5		4		3		2		1		……		26		25		24	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		11		10		9												
	上层	23		22		21		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9

(4) 绕组端面布接线

如图 2-48 所示。

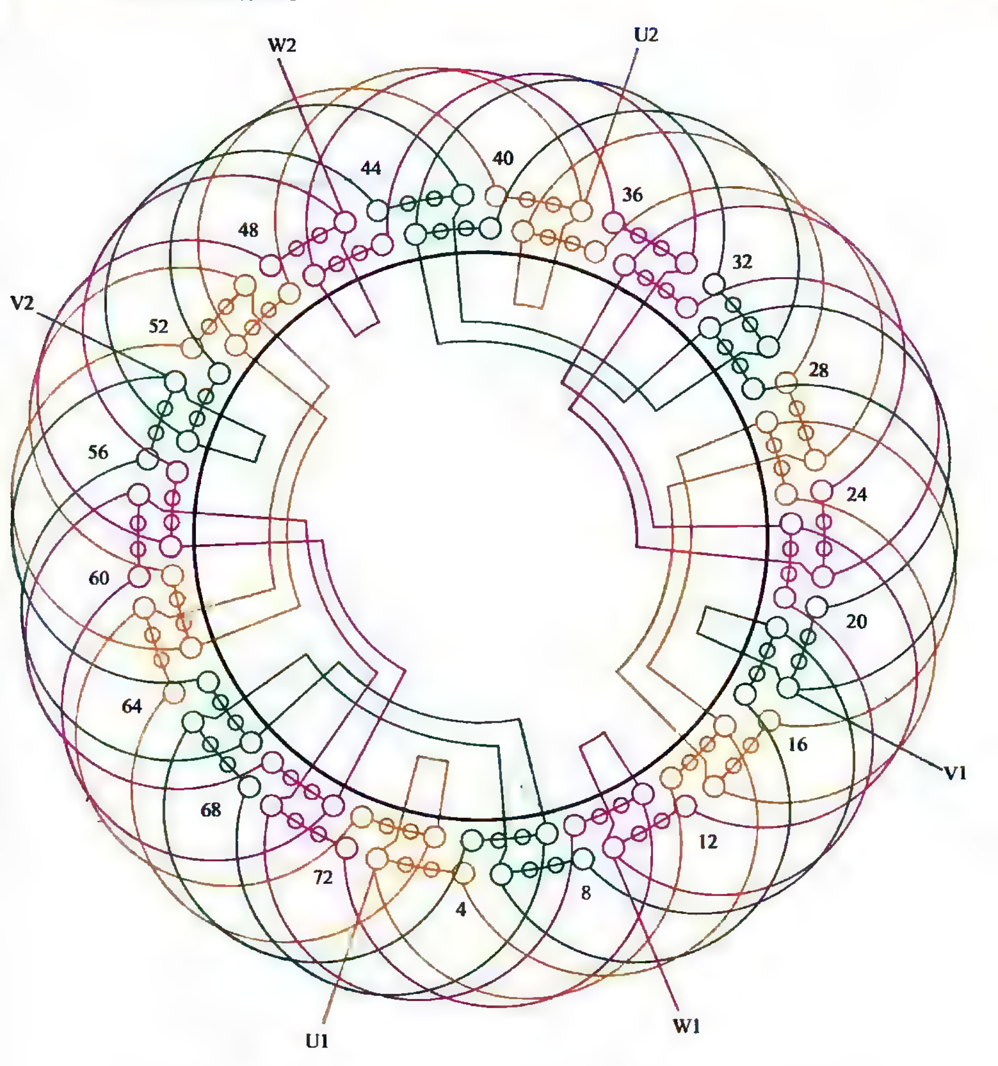


图 2-48　72 槽 6 极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.4.6 72 槽 6 极（$y=11$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=72$	电机极数	$2p=6$
总线圈数	$Q=72$	线圈组数	$u=18$
每组圈数	$S=4$	极相槽数	$q=4$
绕组极距	$\tau=12$	线圈节距	$y=11$
并联路数	$a=3$	每槽电角	$\alpha=15°$
分布系数	$K_d=0.958$	节距系数	$K_p=0.991$
绕组系数	$K_{dp}=0.949$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组节距较极距仅短 1 槽，属正常范围较长的短节距；接线采用三路并联，每一支路有两个四联组，并采用反极性串联接线，三个支路首尾分别并接后引出本相首端和尾端。主要应用实例有 Y-250M-6、Y3-280S-6 等。

(3) 绕组嵌线方法

双层叠式绕组通常都用交叠法嵌线，但嵌线需将先嵌的线圈另边吊起，嵌至第 11 只线圈后便可将以后的线圈两边相继嵌入相应槽的上下层，称整嵌。本例嵌线顺序见表 2-49。

表 2-49 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61		60		59		58
	上层													72		71		70	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		57		56		……		9		8		7		6		5		4
	上层	69		68		67	……			20		19		18		17		16	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-49 所示。

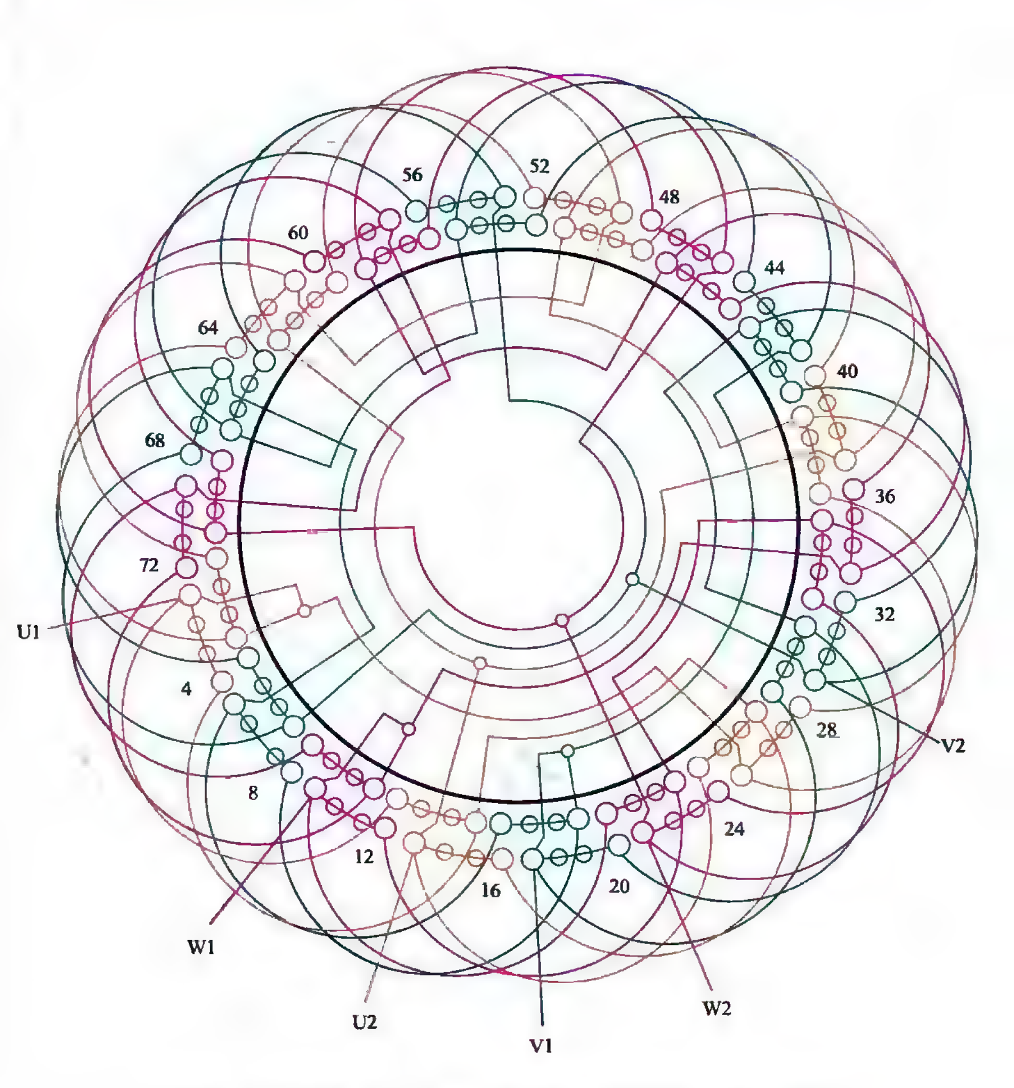


图 2-49　72 槽 6 极（$y=11$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.4.7 72槽6极（$y=11$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　电机极数 $2p=6$

总线圈数 $Q=72$　　线圈组数 $u=18$

每组圈数 $S=4$　　极相槽数 $q=4$

绕组极距 $\tau=12$　　线圈节距 $y=11$

并联路数 $a=6$　　每槽电角 $\alpha=15°$

分布系数 $K_d=0.958$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.958$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例线圈节距与布线同上例，但并联支路数增至6，即每支路仅有一组线圈，并按同相相邻反极性并接。主要应用实例有TSWN-74/29等小型水轮发电机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见表2-50。

表2-50　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61		60		59		58
	上层													72		71		70	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		103	104	105	106	107	108
槽号	下层		57		56		55		54		53	……			15		14		13
	上层	69		68		67		66		65		……		27		26		25	
嵌绕次序		109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		12		11		10		9		8		7		6		5		4
	上层	24		23		22		21		20		19		18		17		16	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-50 所示。

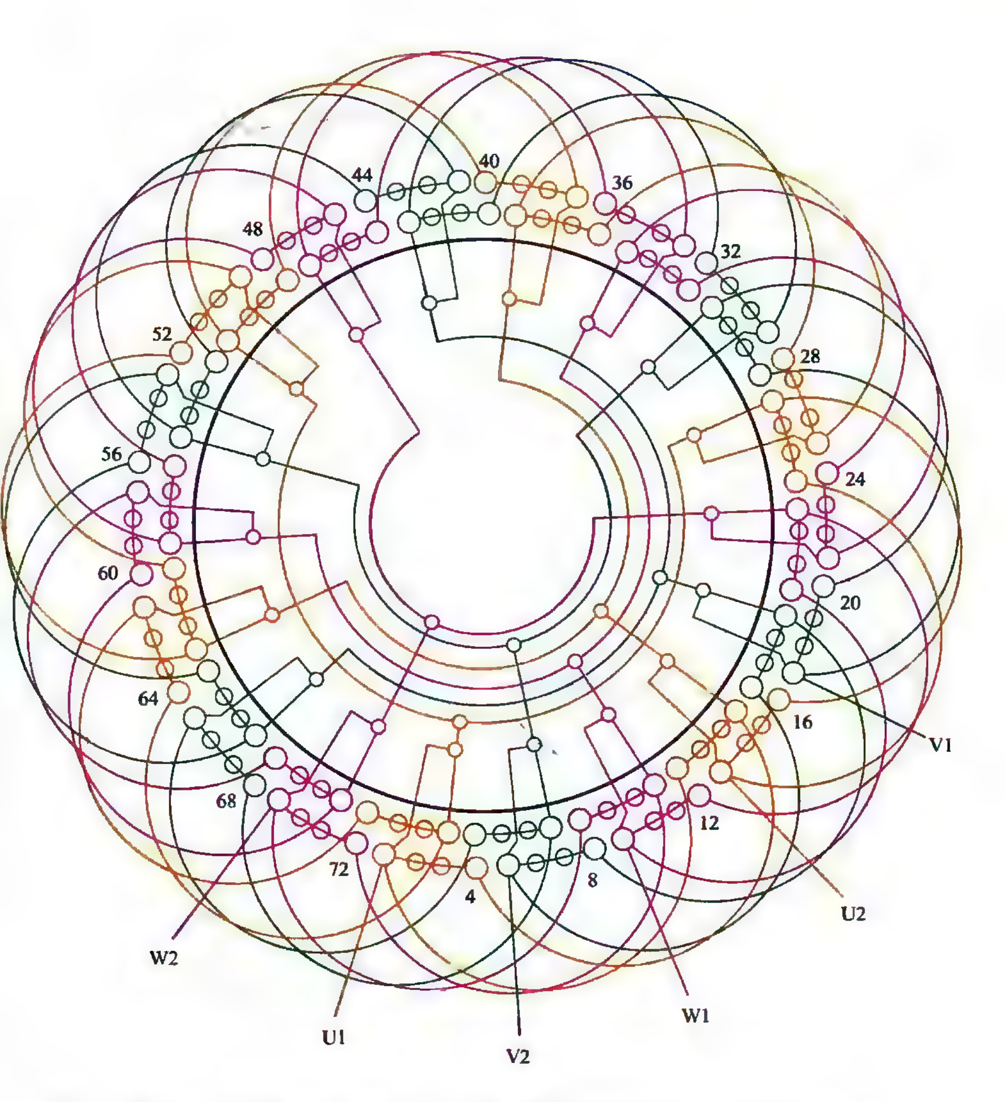


图 2-50　72 槽 6 极（$y=11$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.4.8 72槽6极（$y=12$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　绕组极距 $\tau=12$

电机极数 $2p=6$　　线圈节距 $y=12$

总线圈数 $Q=72$　　并联路数 $a=1$

线圈组数 $u=18$　　分布系数 $K_d=0.958$

每槽电角 $\alpha=15°$　　节距系数 $K_p=1.0$

每组圈数 $S=4$　　绕组系数 $K_{dp}=0.958$

极相槽数 $q=4$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

此绕组采用全距线圈，使绕组系数达到最大值，但无法消除磁势中的三次谐波影响，故在普通型三相交流电机中极为罕见。本例仅作为双绕组双速电动机中配套的6极绕组，通常采用星形接法，故引出线可用3根。主要应用实例有JTD-430、JTD-560部分厂家的电梯电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为12。嵌线顺序见表2-51。

表2-51　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60		59		58		57		56		55	
	上层														72		71		70		69		68		67
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	10	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层	54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44		43	
	上层		66		65		64		63		62		61		60		59		58		57		56		55
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59		……		111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	42		41		40		39		38		37		……		11		10		9		8		7	
	上层		54		53		52		51		50			……			23		22		21		20		19
嵌绕次序		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	6		5		4		3		2		1													
	上层		18		17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-51 所示。

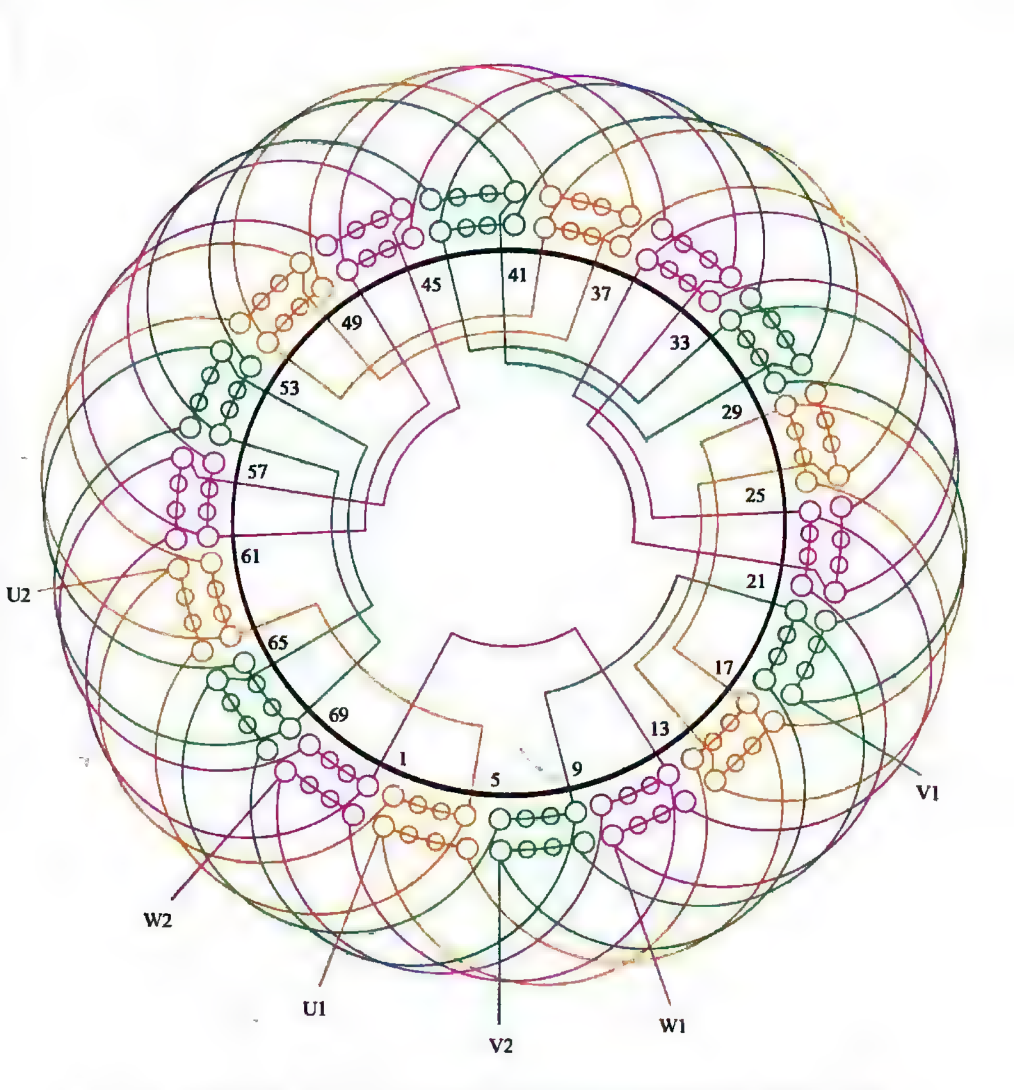


图 2-51 72 槽 6 极（$y=12$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

2.4.9 72槽6极（$y=12$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　绕组极距 $\tau=12$

电机极数 $2p=6$　　线圈节距 $y=12$

总线圈数 $Q=72$　　并联路数 $a=2$

线圈组数 $u=18$　　分布系数 $K_d=0.958$

每槽电角 $\alpha=15°$　　节距系数 $K_p=1.0$

每组圈数 $S=4$　　绕组系数 $K_{dp}=0.958$

极相槽数 $q=4$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本绕组采用全节距，并采用二路并联，每支路由正反极性的相邻两线圈组串联而成。本例绕组常接成2Y，将星点内接而引出线3根，作为双绕组双速电梯电动机配套绕组。主要应用实例有部分厂家的JTD-560系列产品。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线，吊边数12。嵌线顺序见表2-52。

表2-52　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	72	71	70	69	68	67	66	65	64		63		62	
	上层													4		3		2	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	61		60		59		58		……		11		10		9		8	
	上层		1		72		71			……			23		22		21		20
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	7		6		5													
	上层		19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图 2-52 所示。

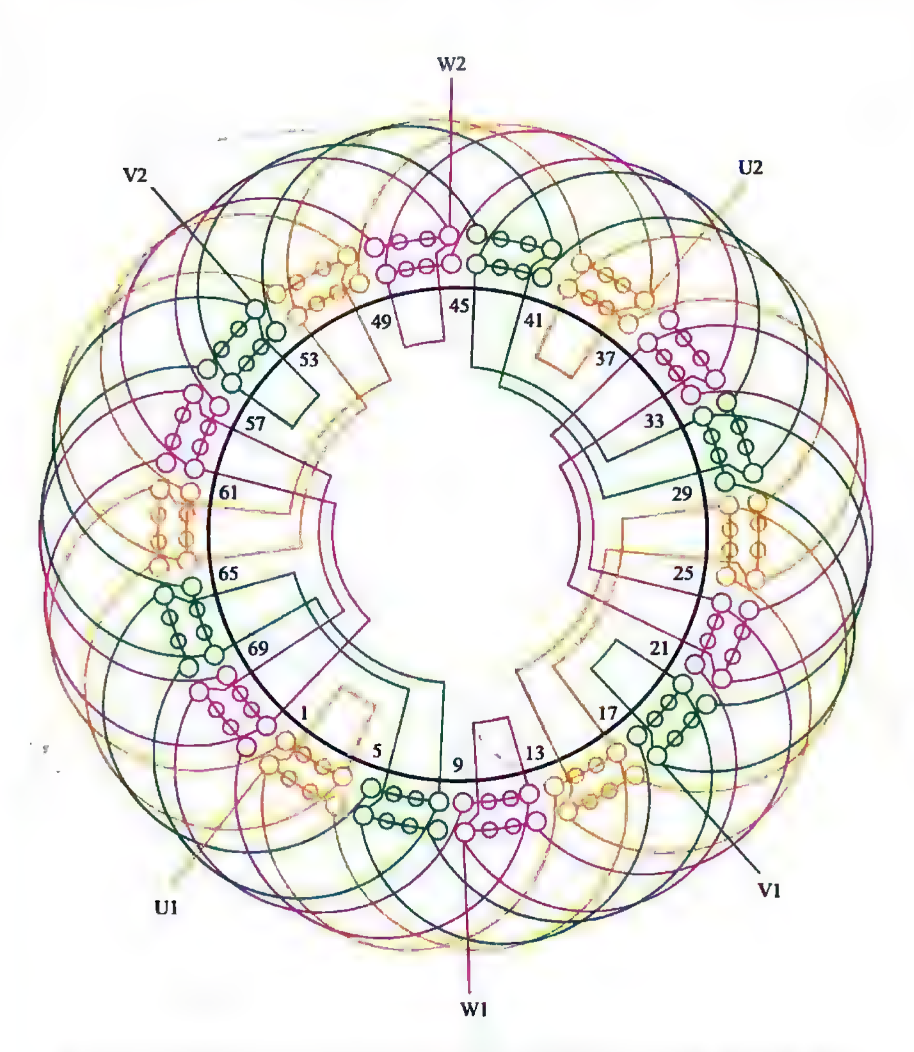


图 2-52　72 槽 6 极（$y=12$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

2.4.10 72 槽 6 极（$y=12$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=72$　　　绕组极距　$\tau=12$

电机极数　$2p=6$　　　线圈节距　$y=12$

总线圈数　$Q=72$　　　并联路数　$a=3$

线圈组数　$u=18$　　　分布系数　$K_d=0.958$

每槽电角　$\alpha=15°$　　　节距系数　$K_p=1.0$

每组圈数　$S=4$　　　绕组系数　$K_{dp}=0.958$

极相槽数　$q=4$　　　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组也是整距绕组，即线圈节距等于极距，故绕组系数高；而接线采用三路并联，每一支路有两组线圈，采用短跳接法，即同相相邻两线圈组为一路，并使其反极性串联，三个支路的首尾端分别并联后出线。整距绕组在系列电动机中不予采用。本例取自 JTD-430 型 24/6 极电梯电动机的 6 极配套绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 12。嵌线顺序见表 2-53。

表 2-53　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60		59		58	
	上层														72		71		70
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	57		56		55		54		……		7		6		5		4	
	上层		69		68		67			……			19		18		17		16
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	3		2		1													
	上层		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-53 所示。

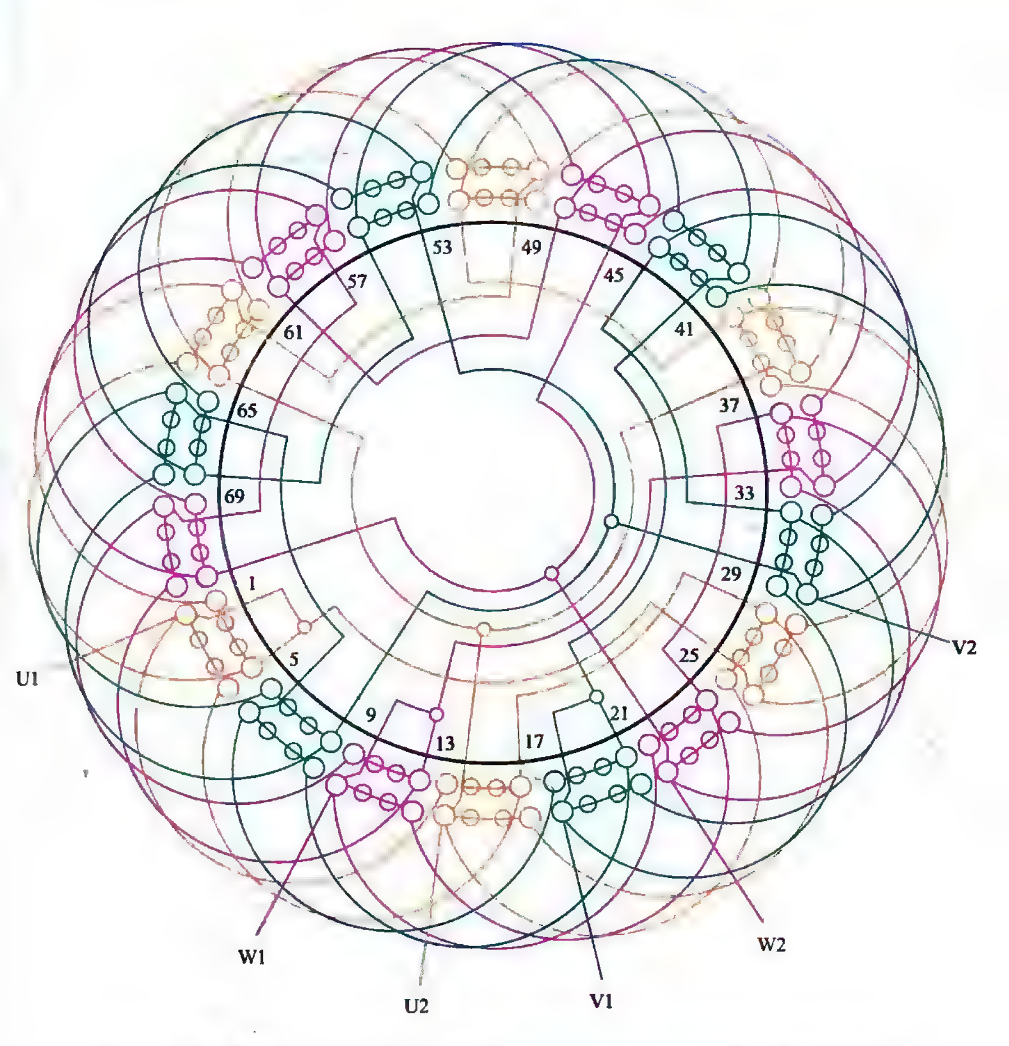


图 2-53　72 槽 6 极（$y=12$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

2.4.11　72槽6极（$a=2$）三相电动机绕组单层同心式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=72$　　电机极数　$2p=6$

总线圈数　$Q=36$　　线圈组数　$u=18$

每组圈数　$S=2$　　极相槽数　$q=4$

绕组极距　$\tau=12$　　线圈节距　$y=11、9$

并联路数　$a=2$　　每槽电角　$\alpha=15°$

分布系数　$K_d=0.958$　　节距系数　$K_p=1.0$

绕组系数　$K_{dp}=0.958$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是单层绕组，采用显极布线，每相由6组同心线圈组成，分两个支路接线，每支路3组线圈，并用长跳接法，即隔组把同极性的3组线圈顺向串联成一路，同理也将另一方向的反极性3组线圈同向串联成另一路。这样可使同相相邻的线圈组获得反极性。本绕组实际应用较少，本例取自JTD-430双速的配套绕组。

（3）绕组嵌线方法

本绕组属显极布线，嵌线方法采用交叠法，吊边数为4。嵌线顺序见表2-54。

表2-54　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	11	15	16	17	18
槽号	沉边	70	69	66	65	62		61		58		57		54		53		50	
	浮边						71		72		67		68		63		64		59
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	49		46		45		42		41		38		37		34		33	
	浮边		60		55		56		51		52		47		48		43		44
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	沉边	30		29		26		25		22		21		18		17		14	
	浮边		39		40		35		36		31		32		27		28		23
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	沉边	13		10		9		6		5		2		1					
	浮边		24		19		20		15		16		11		12	7	8	3	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-54 所示。

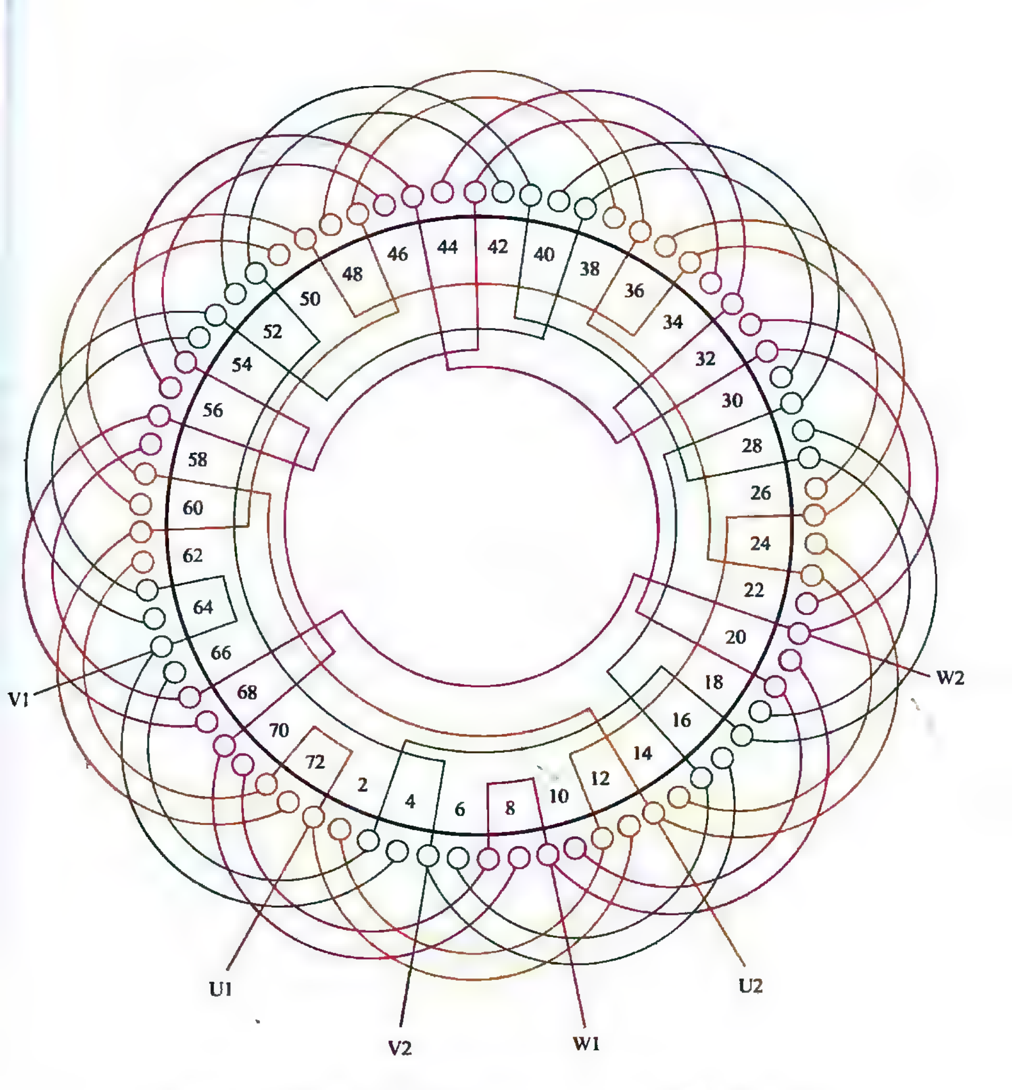


图 2-54　72 槽 6 极（$a=2$）三相电动机绕组单层同心式布线

2.4.12 72槽6极（$a=3$）三相电动机绕组单层同心式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　绕组极距 $\tau=12$
电机极数 $2p=6$　　每槽电角 $\alpha=15^{\circ}$
总线圈数 $Q=36$　　并联路数 $a=3$
线圈组数 $u=18$　　线圈节距 $y=11$、9
每组圈数 $S=2$　　绕组系数 $K_{dp}=0.958$
极相槽数 $q=4$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组结构与上例基本相同，即每相6组线圈，但分三个支路，每支路由相邻两反极性的线圈组构成。主要应用于电梯用双绕组双速的配套绕组。

（3）绕组嵌线方法

本绕组嵌线可有两种方法：一是如上例的交叠法，它具有端部整齐、美观等特点，但嵌线要吊边；二是无需吊边的整嵌法，即分相整嵌，构成三平面绕组。嵌线顺序见表2-55。

表2-55　分相整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	2	11	1	12	62	71	61	72	50	59	49	60	38	47	37	48	26	35
	中平面																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下平面	25	36	14	23	13	24												
	中平面							66	3	65	4	54	63	53	64	42	51	41	52
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	中平面	30	39	29	40	18	27	17	28	6	15	5	16						
	下平面													70	7	69	8	58	67
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	中平面																		
	下平面	57	68	46	55	45	56	34	43	33	44	22	31	21	32	10	19	9	20

(4) 绕组端面布接线

如图 2-55 所示。

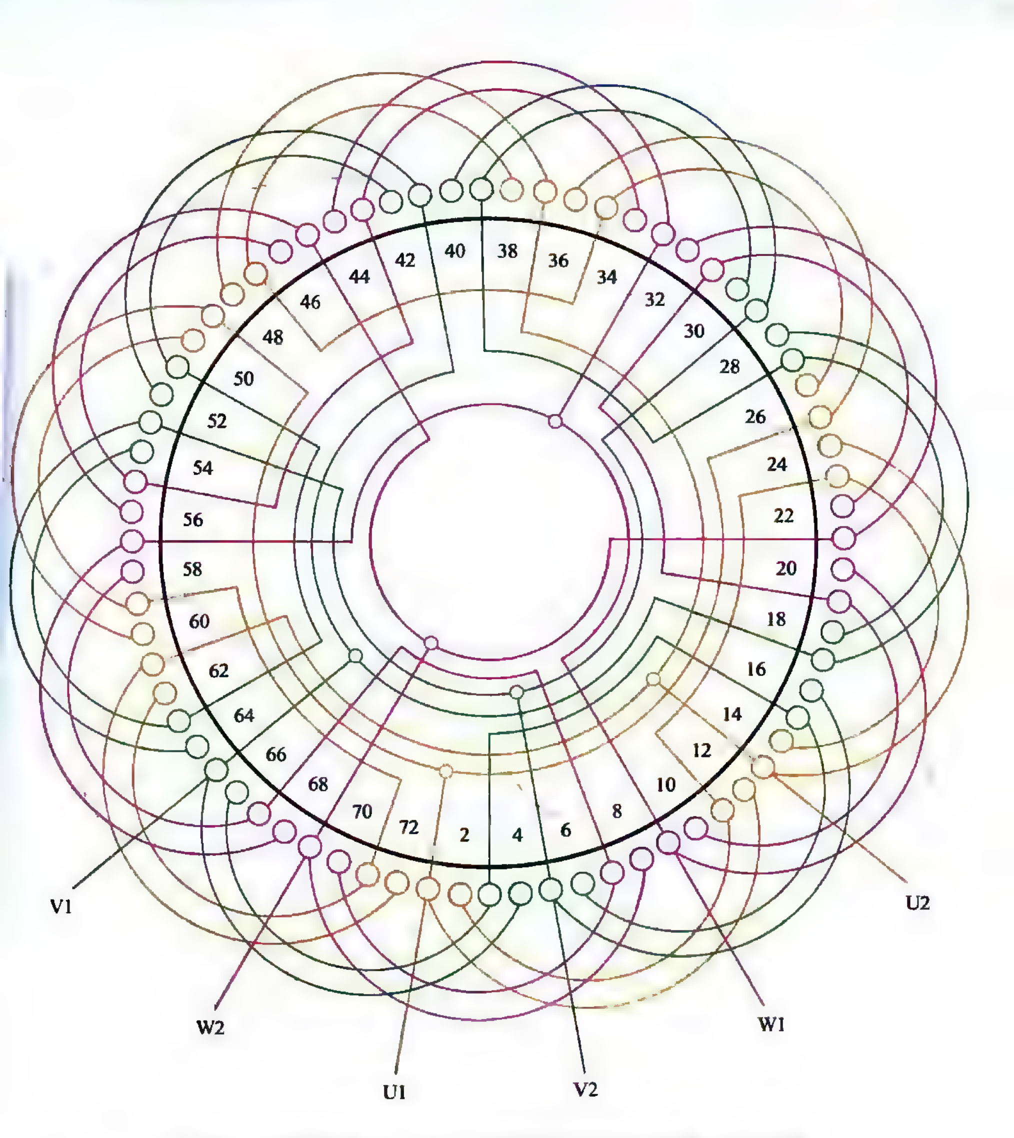


图 2-55 72槽6极（$a=3$）三相电动机绕组单层同心式布线

2.5 72槽系列8极及以上极数电动机绕组端面布接线图

72槽8极及以上极数电动机绕组型式比较多样，但仍以双层叠式为主，计有8例；其中72槽8极（$y=7$、$a=1$ 和 $y=8$、$a=1$）2例与高压电机兼用而从略，读者可从上一章查阅。在8极电机中，还有单层叠式、单层同心式及交叉式4例；此外，还包括72槽12极、18极、24极等配套用单层绕组5例。故本节总共收入绕组图15例。

2.5.1 72槽8极（$y=7$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=72$	线圈节距	$y=7$
电机极数	$2p=8$	并联路数	$a=2$
总线圈数	$Q=72$	每槽电角	$\alpha=20°$
线圈组数	$u=24$	分布系数	$K_d=0.96$
每组圈数	$S=3$	节距系数	$K_p=0.94$
极相槽数	$q=3$	绕组系数	$K_{dp}=0.902$
绕组极距	$\tau=9$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例8极绕组采用二路并联，每相共有线圈8组，每组3圈，每支路有4组绕圈，即进线后分左右两方向走线，并采用长跳接线，即每一支路都是隔组将同一极性的线圈组顺向串联，因此就形成了两个支路相反的极性。本例绕组主要应用实例有JB-42-8低压隔爆型三相电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例嵌线采用交叠法，吊边数为7。嵌线顺序见表2-56。

表2-56 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65		64		63		62		61		60
	上层									72		71		70		69		68	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		59		58		57		56	……			9		8		7		6
	上层	67		66		65		64		……		17		16		15		14	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-56 所示。

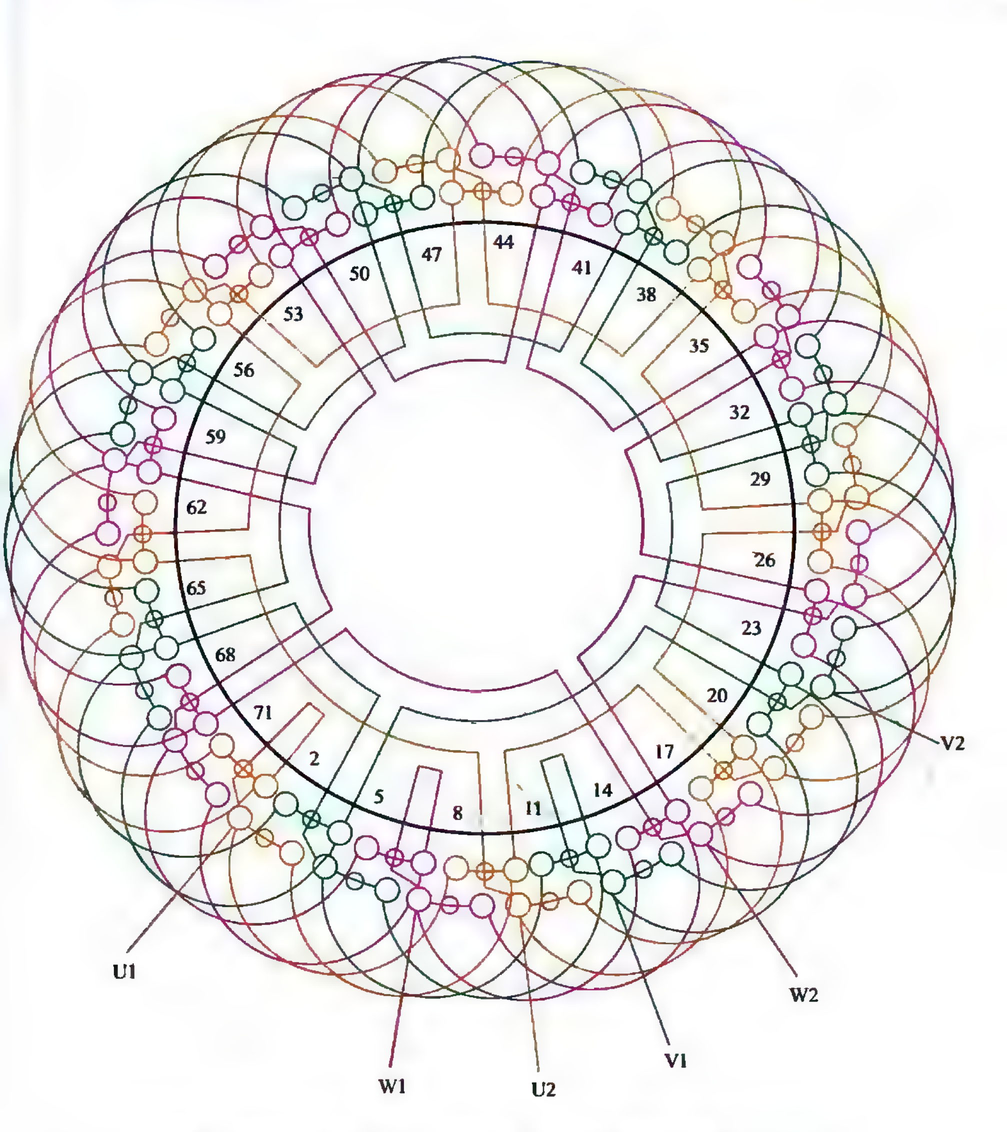


图 2-56　72 槽 8 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.5.2 72 槽 8 极（$y=7$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　线圈节距 $y=7$
线圈组数 $u=24$　　分布系数 $K_d=0.96$
绕组极距 $\tau=9$　　总线圈数 $Q=72$
每槽电角 $\alpha=20°$　　极相槽数 $q=3$
绕组系数 $K_{dp}=0.902$　　并联路数 $a=4$
电机极数 $2p=8$　　节距系数 $K_p=0.94$
每组圈数 $S=3$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例每组由 3 只线圈串联而成，每相有 8 组，分 4 个支路并联，即每相相邻两组为一支路，组间按正反极性串联。此绕组在中大型电机中使用，主要应用实例有 YZR2-280M-8、J-92-8 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 2-57。

表 2-57　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	72	71	70	69	68		67		66		65		64		63
	上层									3		2		1		72		71	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		62		61		60			……			12		11		10		9
	上层	70		69		68		67		……		20		19		18		17	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		8		7		6		5		4								
	上层	16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 2-57 所示。

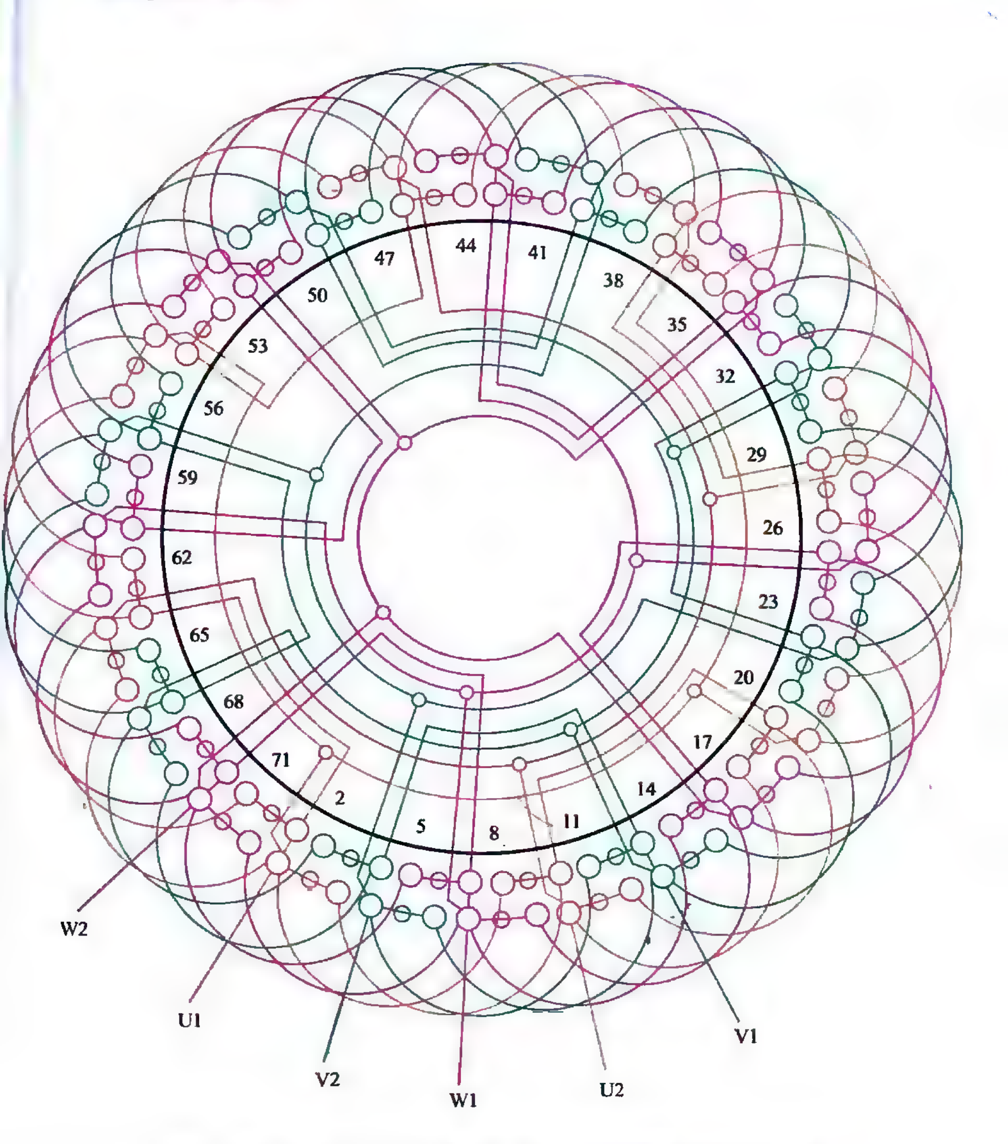


图 2-57　72 槽 8 极（$y=7$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.5.3 72 槽 8 极（y=8、a=2）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=72$	线圈节距	$y=8$
电机极数	$2p=8$	并联路数	$a=2$
总线圈数	$Q=72$	分布系数	$K_d=0.96$
线圈组数	$u=24$	节距系数	$K_p=0.985$
每组圈数	$S=3$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$
极相槽数	$q=3$	出线根数	$c=6$
绕组极距	$\tau=9$		

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是二路并联，接线是逐相进行，即例如接 U 相时，从 U1 进线后分左右两路走线。其中右侧把正极性线圈组顺次串联为一个支路；再把左侧的反极性线圈组也依次串接，最后把两支路尾线并接于 U2。其余两相类推。本绕组应用于 Y2-250M-8、Y3-250M-8 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见表 2-58。

表 2-58　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	9	8	7	6	5	4	3	2	1		72		71		70		69	
	上层										9		8		7		6		5
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……		118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	68		67		66		65	……			18		17		16		15	
	上层		4		3		2		……		27		26		25		24		23
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	14		13		12		11		10									
	上层		22		21		20		19		18	17	16	15	14	13	12	11	10

(4) 绕组端面布接线

如图 2-58 所示。

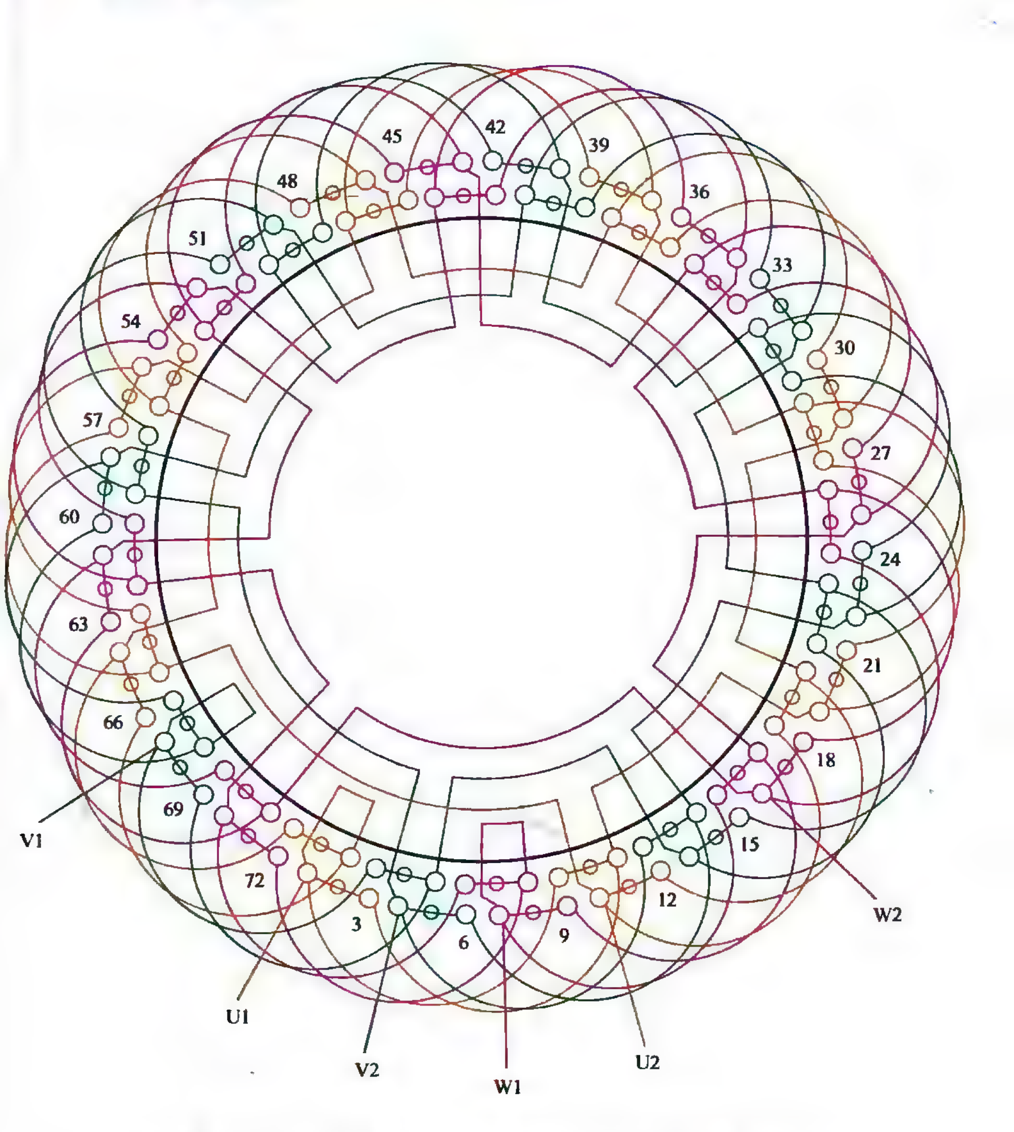


图 2-58 72 槽 8 极（$y=8$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.5.4　72 槽 8 极（$y=8$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=72$　　　线圈节距　$y=8$

电机极数　$2p=8$　　　并联路数　$a=4$

总线圈数　$Q=72$　　　分布系数　$K_d=0.96$

线圈组数　$u=24$　　　节距系数　$K_p=0.985$

每组圈数　$S=3$　　　绕组系数　$K_{dp}=0.946$

极相槽数　$q=3$　　　出线根数　$c=6$

绕组极距　$\tau=9$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组节距与前例同，但采用四路并联接线，每一支路由两组极性相反的线圈组串联而成。主要应用实例有铝绕组电动机 JO2L-81-8、YR250S-8、Y3-280M-8 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见表 2-59。

表 2-59　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	72	71	70	69	68	67		66		65		64		63	
	上层										3		2		1		72		71
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	62		61		60		59		……		12		11		10		9	
	上层		70		69		68			……			20		19		18		17
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 2-59 所示。

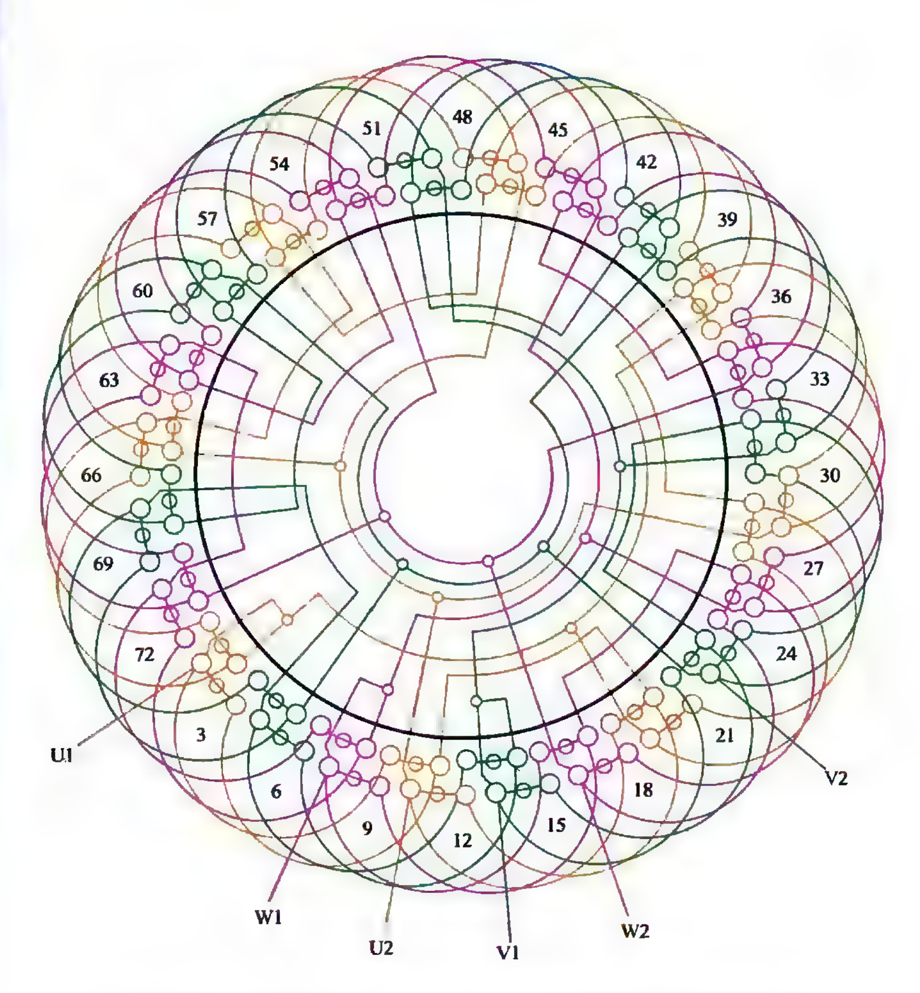


图 2-59　72 槽 8 极（$y=8$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

2.5.5 72槽8极（y=8、a=8）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　并联路数 $a=8$

电机极数 $2p=8$　　极相槽数 $q=3$

总线圈数 $Q=72$　　分布系数 $K_d=0.96$

线圈组数 $u=24$　　节距系数 $K_p=0.985$

每组圈数 $S=3$　　绕组系数 $K_{dp}=0.946$

绕组极距 $\tau=9$　　出线根数 $c=6$

线圈节距 $y=8$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由三联组构成，每相8组线圈，分8路则每一支路仅有一组线圈，故并联必须满足同相相邻反极性的原则。此绕组主要应用于新系列产品，如Y2-315M-8等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，需吊边8槽，从第9槽起整嵌。嵌线顺序见表2-60。

表2-60　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	72	71	70	69	68	67		66		65		64		63	
	上层										3		2		1		72		71
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……		118	119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层	62		61		60		59	……			12		11		10		9	
	上层		70		69		68		……		21		20		19		18		17
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 2-60 所示。

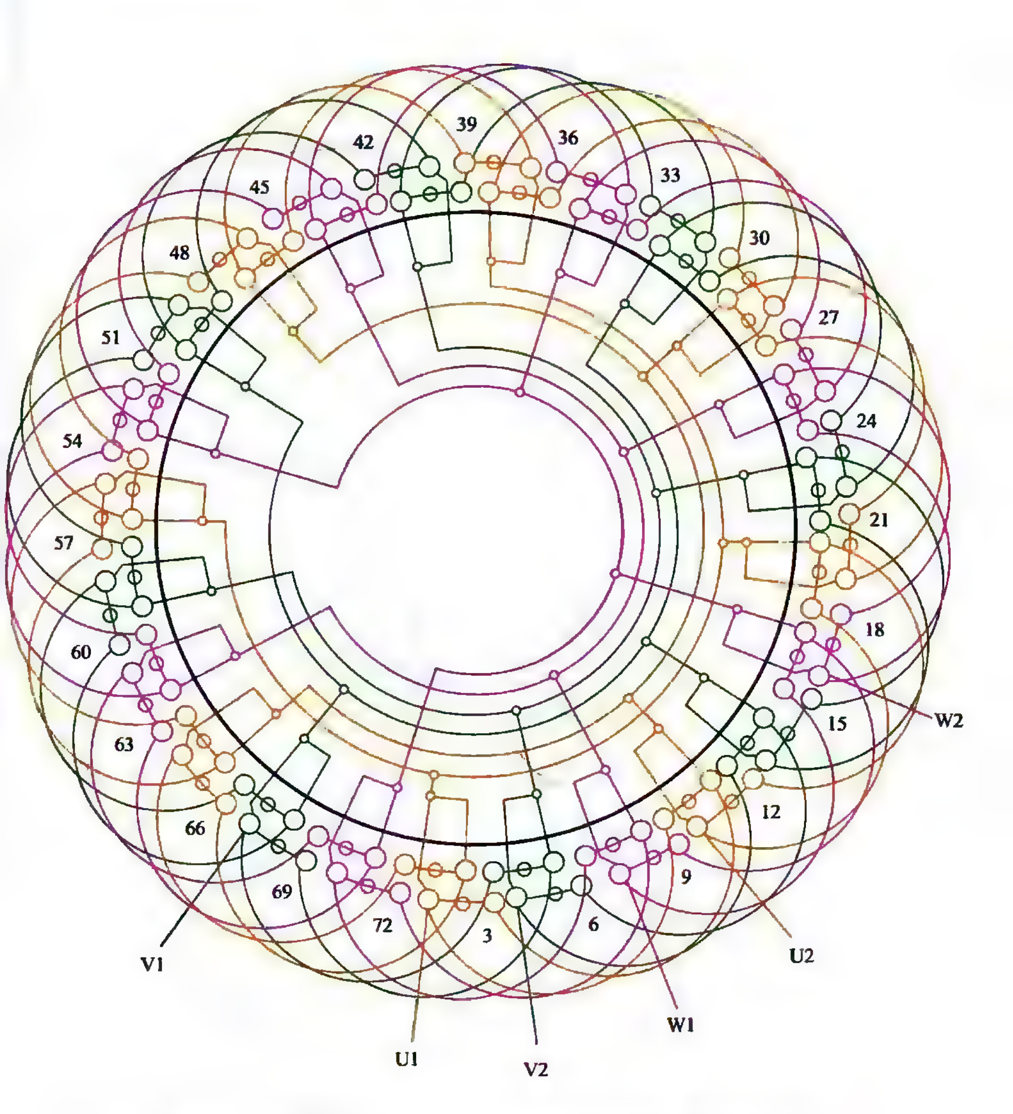


图 2-60　72 槽 8 极（$y=8$、$a=8$）三相电动机双层叠式布线

2.5.6 72 槽 8 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整柜）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=72$　　线圈节距　$y=9$

线圈组数　$u=24$　　分布系数　$K_d=0.96$

绕组极距　$\tau=9$　　总线圈数　$Q=72$

每槽电角　$\alpha=20°$　　极相槽数　$q=3$

绕组系数　$K_{dp}=0.96$　　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=8$　　节距系数　$K_p=1.0$

每组圈数　$S=3$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组线圈节距较前例增长 1 槽，使 $y=\tau$，即构成整距绕组。由于节距大，吊边数多，将造成嵌线困难，但好在此绕组不见于定子，而用于绕线式转子，所以吊边数不会影响嵌线操作。主要应用实例有 YZR2-355L2-8 电动机的转子。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见表 2-61。

表 2-61　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63		62		61		60		59
	上层											72		71		70		69	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		119	120	121	122	123	124	125	126
槽号	下层		58		57		56		55	……			8		7		6		5
	上层	68		67		66		65		……		18		17		16		15	
嵌绕次序		127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
槽号	下层		4		3		2		1										
	上层	14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 2-61 所示。

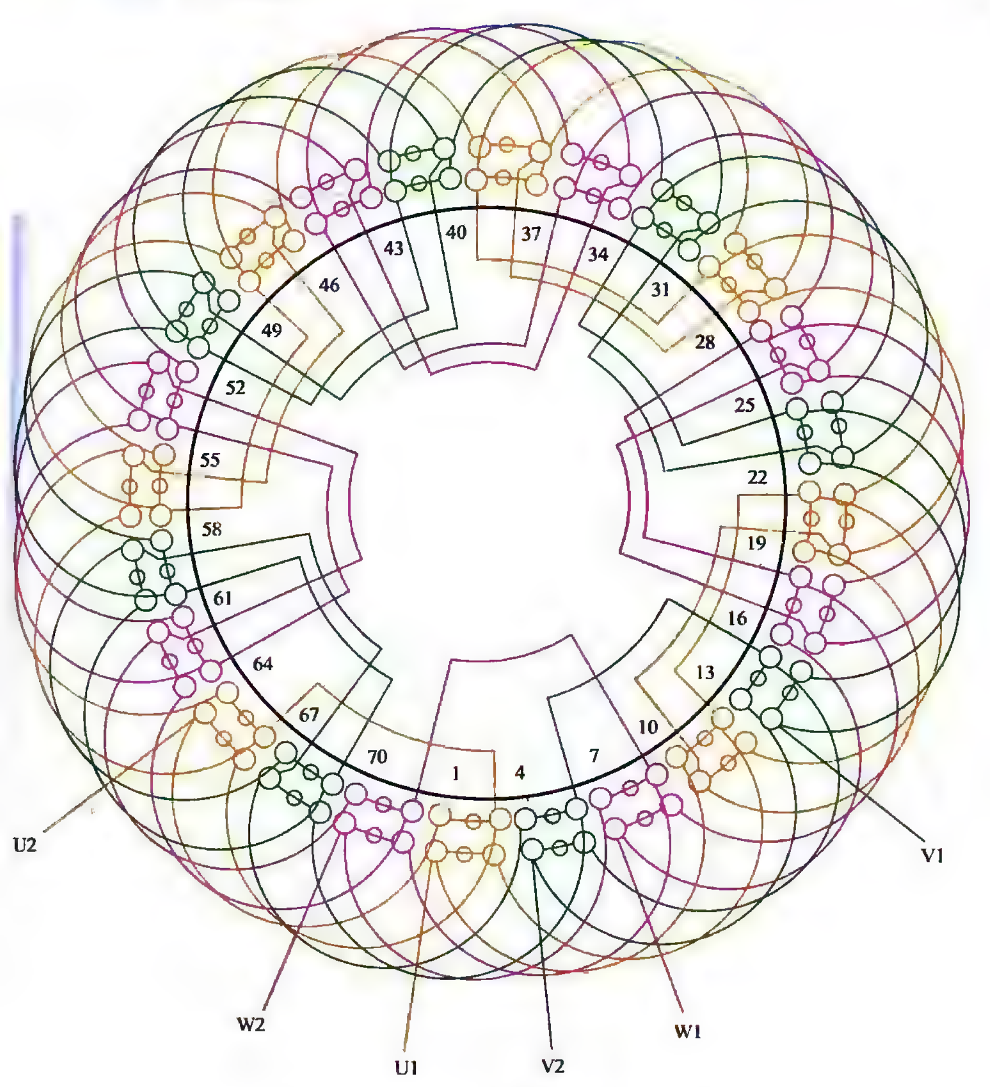


图 2-61　72 槽 8 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

2.5.7 72 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=72$	电机极数	$2p=8$
总线圈数	$Q=36$	线圈组数	$u=12$
每组圈数	$S=3$	极相槽数	$q=3$
绕组极距	$\tau=9$	线圈节距	$y=9$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=20°$
分布系数	$K_d=0.96$	节距系数	$K_p=1.0$
绕组系数	$K_{dp}=0.96$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组是单层叠式，而且采用庶极布线，故线圈组数只有双层绕组的一半，即每相由 4 组线圈间隔分布，而且同相组间是顺接串联。因是二路并联，每一支路两组同极性串接后将首尾分别并接再出线。此绕组取自大型绕线式转子。

(3) 绕组嵌线方法

本例可用交叠法或整嵌法。下面介绍整嵌法，无需吊边，嵌线是隔组整嵌，最后构成双平面绕组。嵌线顺序见表 2-62。

表 2-62 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	63	72	62	71	61	70	51	60	50	59	49	58	39	48	38	47	37	46
	上层																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	27	36	26	35	25	34	15	24	14	23	13	22	3	12	2	11	1	10
	上层																		
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层																		
	上层	57	66	56	65	55	64	45	54	44	53	43	52	33	42	32	41	31	40
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层																		
	上层	21	30	20	29	19	28	9	18	8	17	7	16	69	6	68	5	67	4

(4) 绕组端面布接线

如图 2-62 所示。

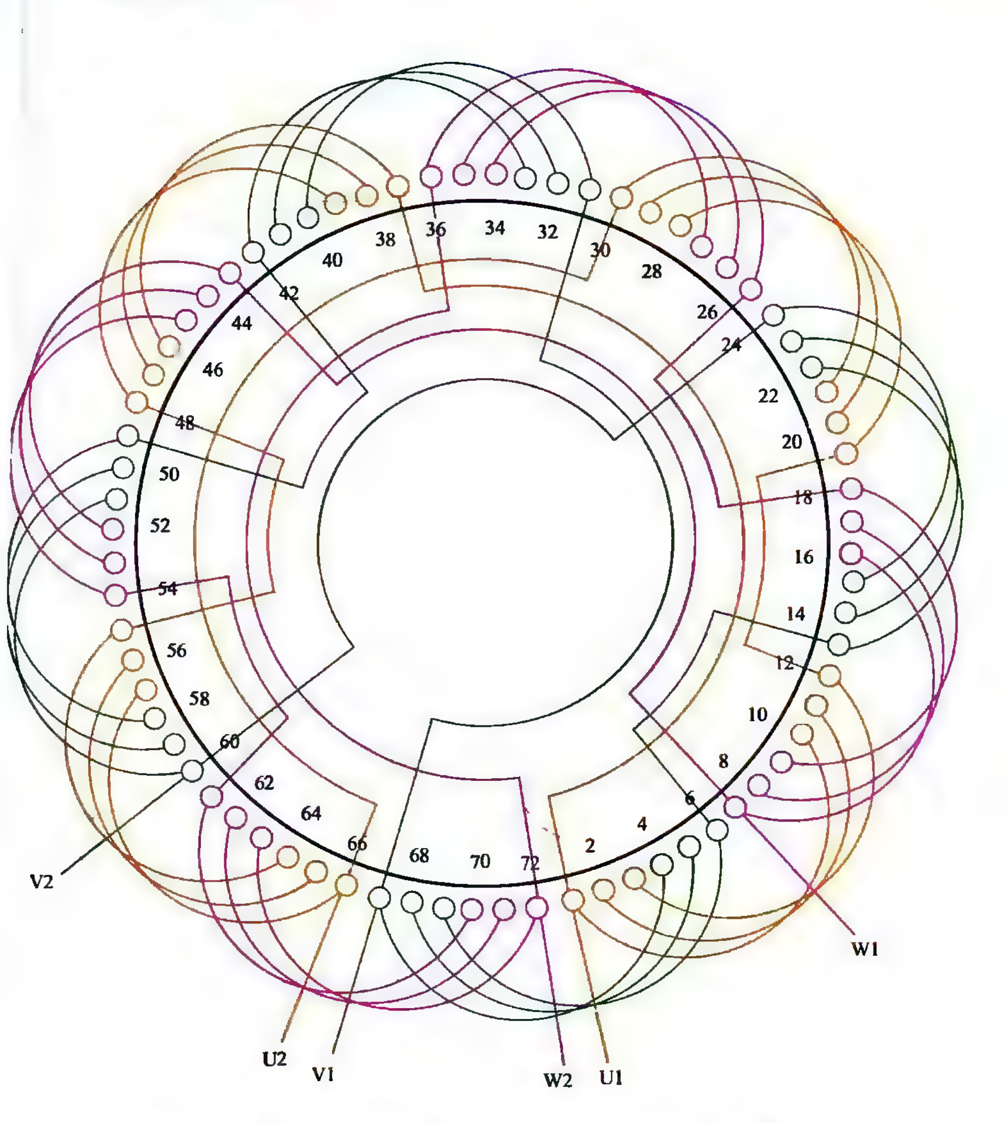


图 2-62　72 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

2.5.8　72 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=72$	绕组极距	$\tau=9$
电机极数	$2p=8$	每槽电角	$\alpha=20°$
总线圈数	$Q=36$	并联路数	$a=2$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=11$、9、7
每组圈数	$S=3$	绕组系数	$K_{dp}=0.96$
极相槽数	$q=3$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组是单层同心式，并采用庶极布线。每组线圈由 3 只同心线圈组成，因是庶极，故每相只有 4 组线圈，每组之间间隔安排；绕组采用二路并联，故每一支路由相邻两组线圈串联，并顺向连接，使所有线圈组的极性一致。此绕组曾见用于前“苏”产品。

(3) 绕组嵌线方法

本例为单层庶极，采用分层整嵌可构成双平面绕组。嵌线顺序见表 2-63。

表 2-63　整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
下层槽号	3	10	2	11	1	12	63	70	62	71	61	72	51	58	50	59	49	60
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
下层槽号	39	46	38	47	37	48	27	34	26	35	25	36	15	22	14	23	13	21
嵌绕次序	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
上层槽号	9	16	8	17	7	18	69	4	68	5	67	6	57	64	56	65	55	66
嵌绕次序	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
上层槽号	45	52	44	53	43	54	33	40	32	41	31	42	21	28	20	29	19	30

(4) 绕组端面布接线

如图 2-63 所示。

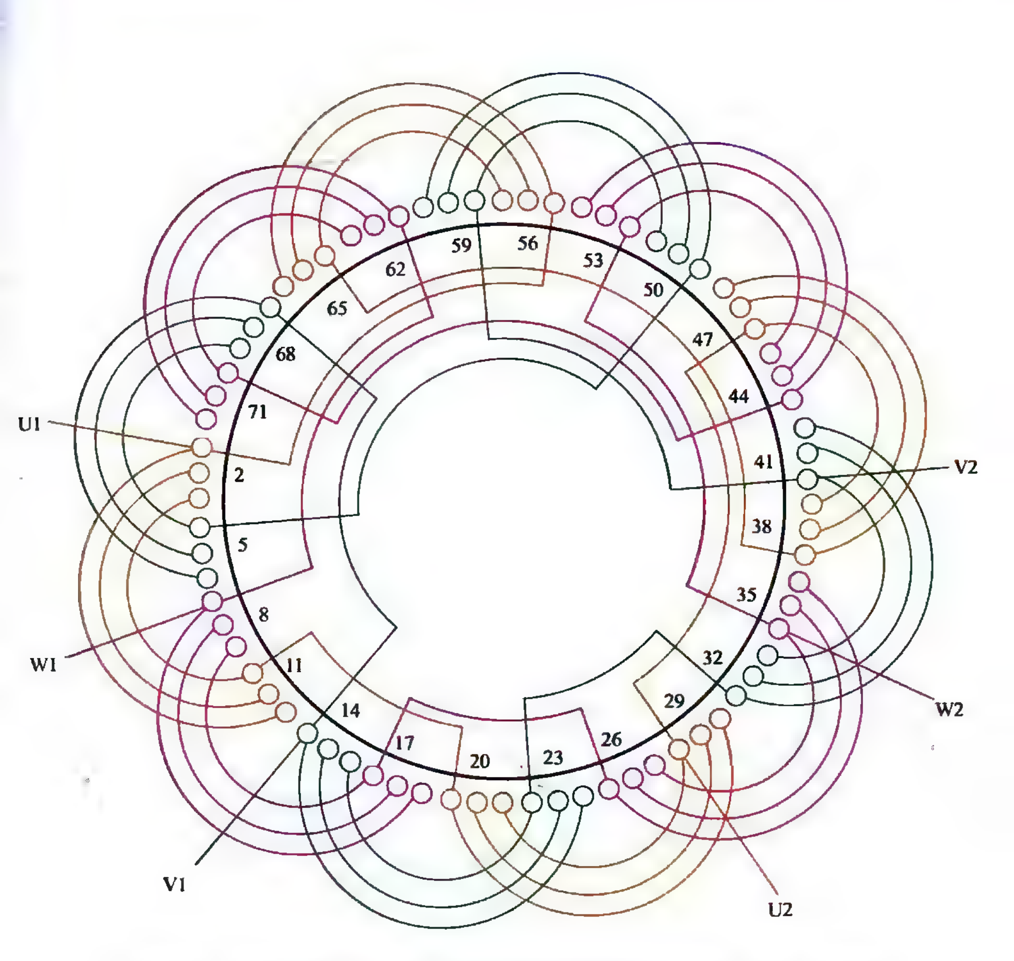


图 2-63　72 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

2.5.9 72 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层交叉式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$ 电机极数 $2p=8$

总线圈数 $Q=36$ 线圈组数 $u=12$

每组圈数 $S=1\frac{1}{2}$ 极相槽数 $q=3$

绕组极距 $\tau=9$ 线圈节距 $y=8、7$

并联路数 $a=2$ 每槽电角 $\alpha=20°$

分布系数 $K_d=0.96$ 节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.96$ 出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是单层交叉式布线，绕组由节距 $y_D=8$ 的交叠双圈大联组与 $y_x=7$ 的单圈组构成，采用显极布线，每相有 8 组线圈，其中大、小联相等，均为 4 组，大、小联交替轮换安排。每相分两支路反向走线，每支路各有 4 组线圈，按“尾与尾”或“头与头”相接，使同相相邻线圈组的极性相反。此绕组在系列产品中未见应用，本例见用于非标的 JZR2-41-8 冶金、起重型电机中。

（3）绕组嵌线方法

单层交叉式绕组宜用交叠法嵌线，嵌线规律是嵌 2 空 1，嵌 1 空 2，吊边数为 3。嵌线顺序见表 2-64。

表 2-64 交叠法（双圈起嵌）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	71	68		67		65		62		61		59		56		55
	浮边					4		3		72		70		69		66		64	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		53		50		49		47		44		43		41		38		37
	浮边	63		60		58		57		54		52		51		48		46	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	沉边		35		32		31		29		26		25		23		20		19
	浮边	45		42		40		39		36		34		33		30		28	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	沉边		17		14		13		11		8		7		5				
	浮边	27		24		22		21		18		16		15		12	10	9	6

(4) 绕组端面布接线

如图 2-64 所示。

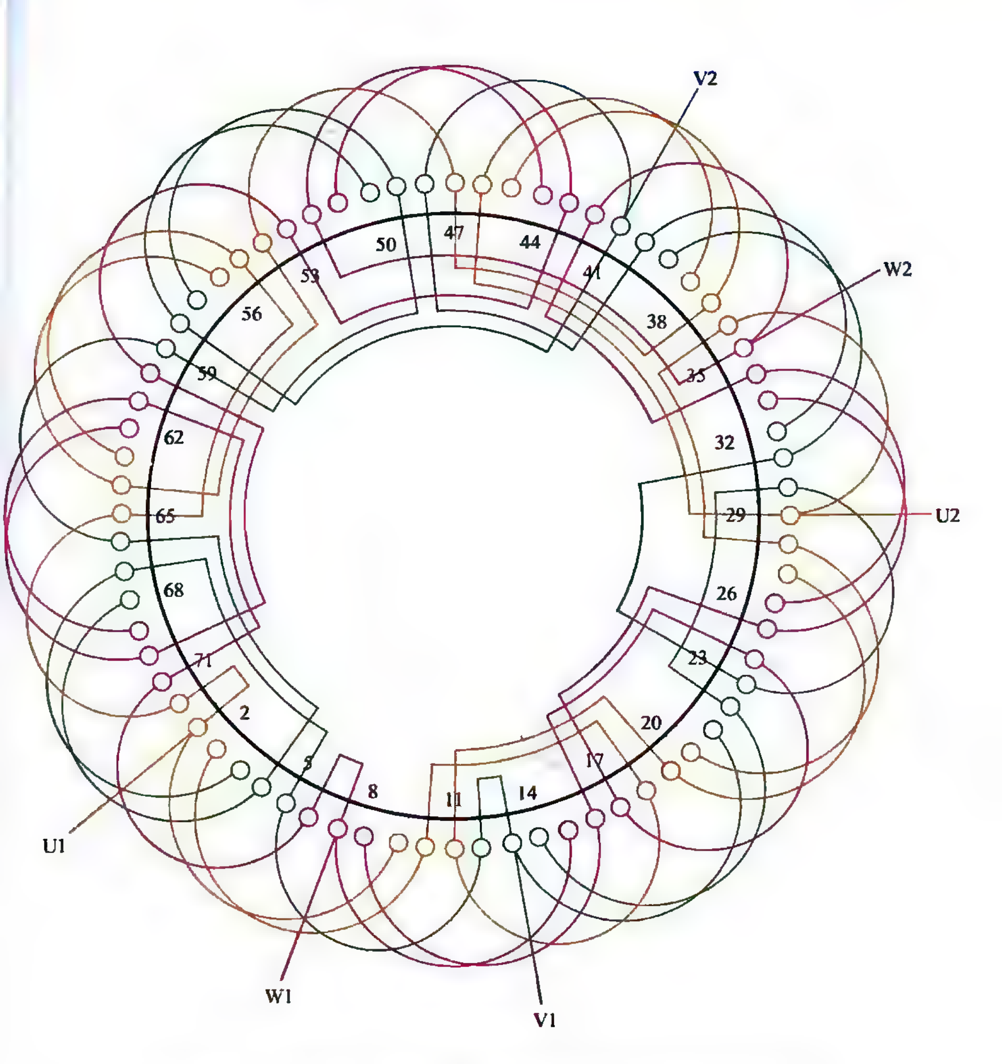


图 2-64　72 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层交叉式布线

2.5.10 72槽8极（$a=4$）三相电动机绕组单层交叉式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　电机极数 $2p=8$

总线圈数 $Q=36$　　线圈组数 $u=24$

每组圈数 $S=2$、1　　极相槽数 $q=3$

绕组极距 $\tau=9$　　线圈节距 $y=8$、7

并联路数 $a=4$　　每槽电角 $\alpha=20°$

分布系数 $K_d=0.96$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.96$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例布线与上例相同，采用不等距布线，大联 $y_D=8$ 是双圈组、小联 $y_x=7$ 是单圈组，每相由大、小联各4个构成，分4个支路，每支路为大、小联各一反极性串联，然后将4路首、尾分别并联后出线。本绕组主要用于转子绕组；前“苏”产品也见应用。

（3）绕组嵌线方法

交叉式绕组既可按上例从双圈开始嵌，也可由单圈起嵌，这时的嵌线规律是：嵌1槽空2槽，再嵌2槽空1槽……。嵌线顺序见表2-65。

表2-65　交叠法（单圈起嵌）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	71	68	67	65		62		61		59		56		55		53		50
	浮边					72		70		69		66		64		63		60	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		49		47		44		43		41		38		37		35		32
	浮边	58		57		54		52		51		48		46		45		42	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	沉边		31		29		26		25		23		20		19		17		14
	浮边	40		39		36		34		33		30		28		27		24	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	沉边		13		11		8		7		5		2		1				
	浮边	22		21		18		16		15		12		10		9	6	4	3

(4) 绕组端面布接线

如图2-65所示。

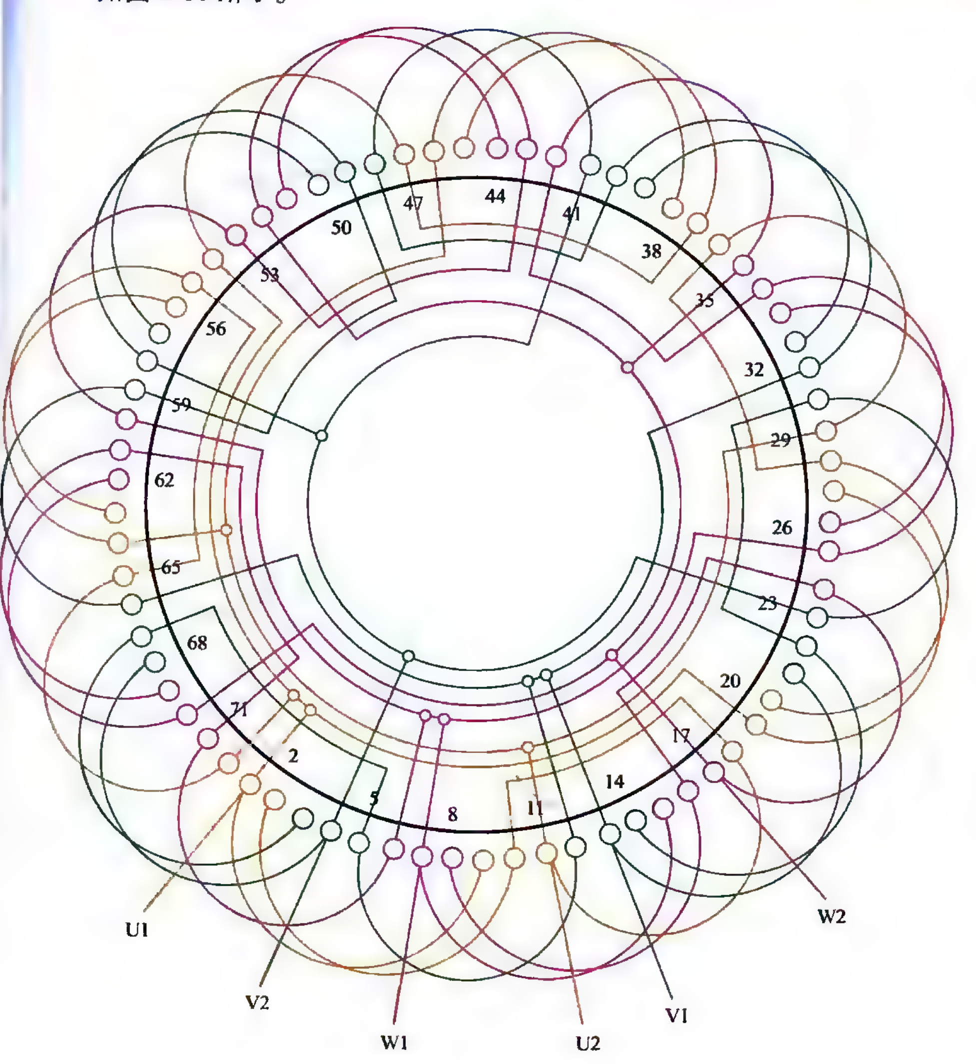


图2-65　72槽8极（$a=4$）三相电动机绕组单层交叉式布线

2.5.11 72 槽 12 极（a=1）三相电动机绕组单层链式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　绕组极距 $\tau=6$

电机极数 $2p=12$　　每槽电角 $\alpha=30°$

总线圈数 $Q=36$　　并联路数 $a=1$

线圈组数 $u=36$　　线圈节距 $y=5$

每组圈数 $S=1$　　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

极相槽数 $q=2$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是单层链式，每组仅 1 圈，采用显极布线，每相由 12 只单圈组构成，并按同相相邻反极性串联而成。本绕组是双绕组三速电动机中用于配套的 12 极绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，需吊边数为 2。嵌线采用后退法，即嵌入 1 槽退空 1 槽，再嵌 1 槽，再空 1 槽……循此规律把线圈嵌完。嵌线顺序见表 2-66。

表 2-66　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	1	71		69		67		65		63		61		59		57	
	浮边				4		2		72		70		68		66		64		62
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……			48	49	50	51	52	53	54
槽号	沉边	55		53		51		49		……				25		23		21	
	浮边		60		58		56		54	……			32		30		28		26
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	沉边	19		17		15		13		11		9		7		5			
	浮边		24		22		20		18		16		14		12		10	8	6

(4) 绕组端面布接线

如图 2-66 所示。

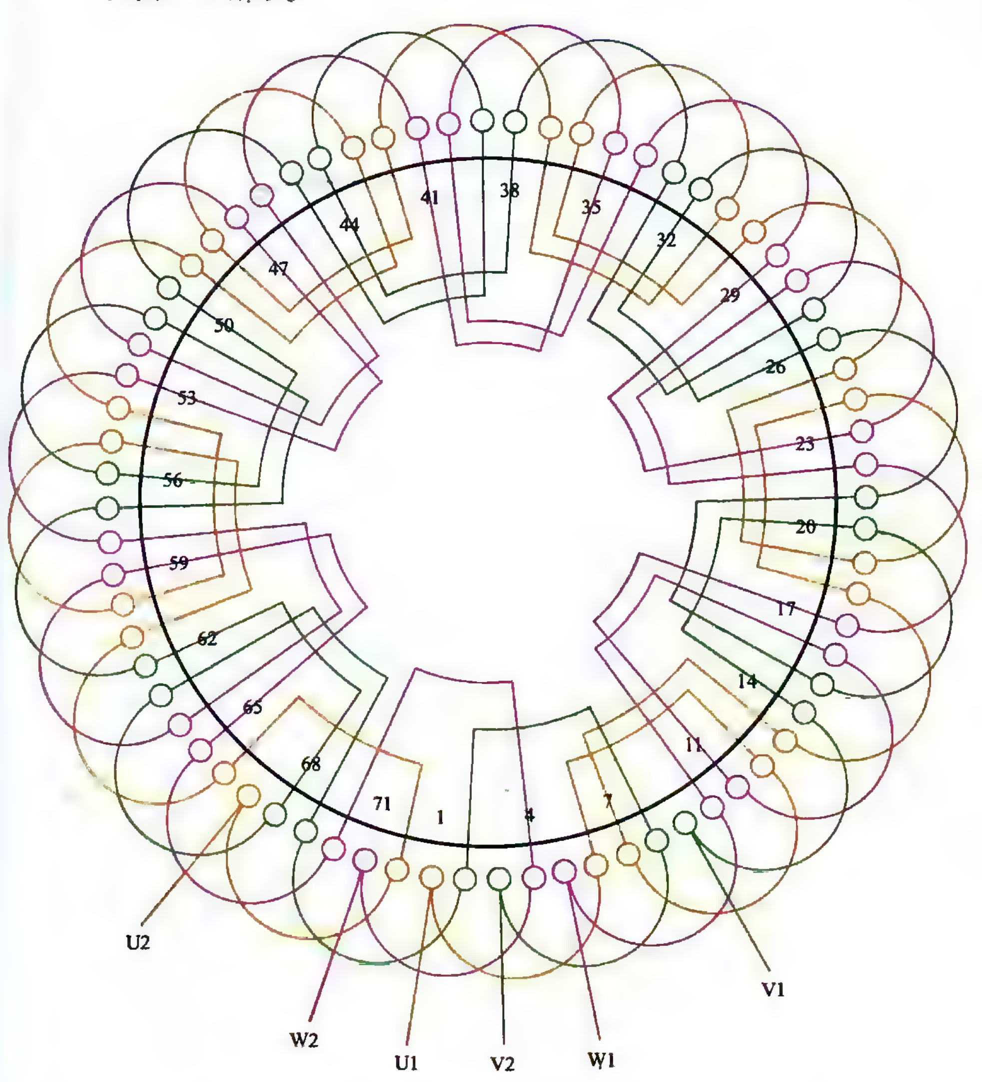


图 2-66　72 槽 12 极（$a=1$）三相电动机绕组单层链式布线

2.5.12 72 槽 18 极（$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　绕组极距 $\tau=4$

电机极数 $2p=18$　　每槽电角 $\alpha=45°$

总线圈数 $Q=36$　　并联路数 $a=1$

线圈组数 $u=27$　　线圈节距 $y=4$

每组圈数 $S=1$、2　　绕组系数 $K_{dp}=0.924$

极相槽数 $q=1\frac{1}{3}$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是庶极布线，每相用 12 只线圈构成 18 极，实质上是单层分数式绕组，其每极线圈数 $q=1\frac{1}{3}$，即每 3 组线圈中必有一组是双圈，其余二组是单圈，而双圈不但在一相中对称安排，而且三相线圈在定子上也能对称均匀。不过每槽电角度为 45°，使三相进线无法满足 120°电角的互差，但三相磁场对称。此外，绕组线圈数少，嵌接线都方便。常用作起重机多速电动机的配套绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组可用整嵌法，一般习惯采用后退式，具体嵌线顺序见表 2-67。

表 2-67　整嵌法（后退式）

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	8	4	7	3	6	2	5	1	72	68	71	67	70	66	69	65	64	60
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	63	59	62	58	61	57	56	52	55	51	54	50	53	49	48	44	47	43
嵌绕次序	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	46	42	45	41	40	36	39	35	38	34	37	33	32	28	31	27	30	26
嵌绕次序	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	29	25	24	20	23	19	22	18	21	17	16	12	15	11	14	10	13	9

(4) 绕组端面布接线

如图 2-67 所示。

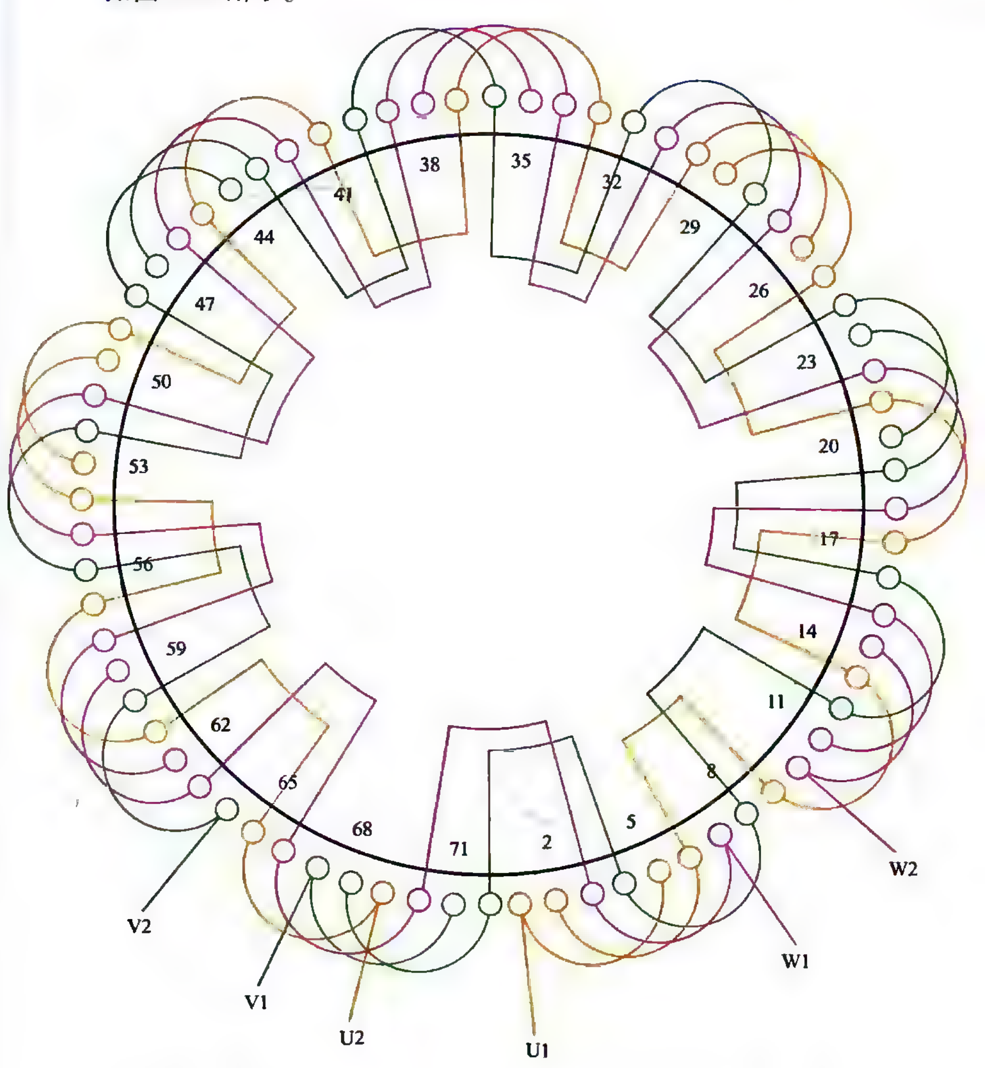


图 2-67　72 槽 18 极（$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

2.5.13 72 槽 18 极（$y=4$、$a=3$）三相电动机（分数圈）绕组单层（可分割）叠式（庶极）布线*

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=72$	绕组极距	$\tau=4$
电机极数	$2p=18$	每槽电角	$\alpha=45°$
总线圈数	$Q=36$	并联路数	$a=3$
线圈组数	$u=27$	线圈节距	$y=4$
每组圈数	$S=1、2$	绕组系数	$K_{dp}=0.924$
极相槽数	$q=1\frac{1}{3}$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组结构基本同上例，也是采用庶极布线，每相用 12 只线圈构成 18 极，故每组线圈数不等，其中每相有 3 组双圈和 6 组单圈按三角对称安排在定子上；而三相线圈安排相同，且能做到三相也对称平衡。不过由于每槽电角度为 45°，无法使三相进线满足互差 120°电角，但三相磁场能满足对称条件；此绕组另一特色是不切断线圈进行分割。此外，因是庶极形式，绕组总线圈数较显极少一半，嵌线也比较方便。常用于起重机多速电动机的配套绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用整嵌法，习惯用后退嵌线者可参考上例嵌线表，本例是前进式嵌线。嵌线顺序见表 2-68。

表 2-68 整嵌法（前进式）

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	1	5	2	6	3	7	4	8	9	13	10	14	11	15	12	16	17	21
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	18	22	19	23	20	24	25	29	26	30	27	31	28	32	33	37	34	38
嵌绕次序	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	35	39	36	40	41	45	42	46	43	47	44	48	49	53	50	54	51	55
嵌绕次序	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	52	56	57	61	58	62	59	63	60	64	65	69	66	70	67	71	68	72

(4) 绕组端面布接线

如图 2-68 所示。

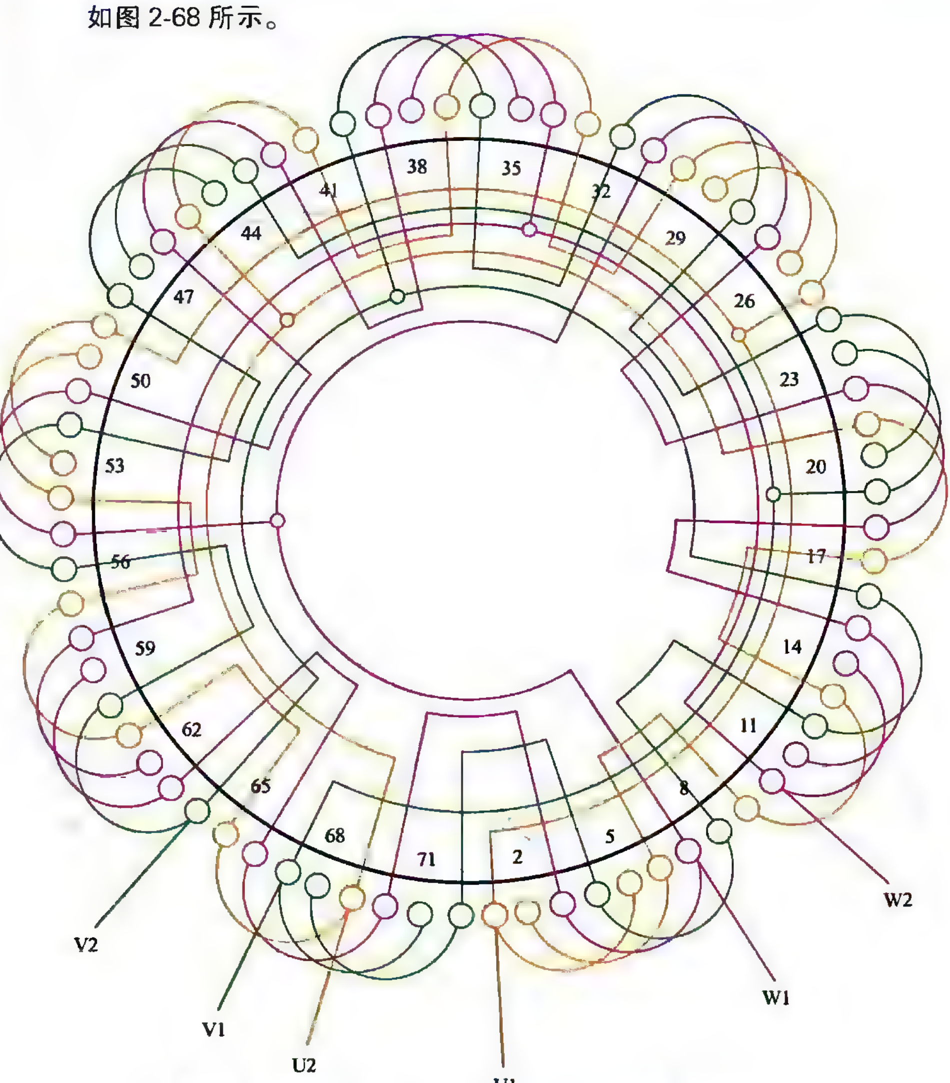


图 2-68　72 槽 18 极（$y=4$、$a=3$）三相电动机（分数圈）绕组单层（可分割）叠式（庶极）布线

注：标题解释——本例是近年才应用的一种特殊布线型式，是为 24 槽填补 6 极空白而设计，后推广用于其他槽数铁芯。此绕组结构近似于单叠，但又不同于单叠而具有三个特点：首先结构形态接近单叠，但每组圈数却不相等，故标题加注“分数圈”；其次，线圈分布呈“丛”状，可在“丛”间对称分割定子而不会伤及线圈，故称“可分割”；再就是每相线圈组数等于极数的一半，故为“庶极”。以下凡同此标题者如是解释。

2.5.14 72槽24极（$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　线圈节距 $y=3$

电机极数 $2p=24$　　并联路数 $a=1$

总线圈数 $Q=36$　　每槽电角 $\alpha=60°$

线圈组数 $u=36$　　分布系数 $K_d=1.0$

每组圈数 $S=1$　　节距系数 $K_p=1.0$

极相槽数 $q=1$　　绕组系数 $K_{dp}=1.0$

绕组极距 $\tau=3$　　出线根数 $c=3$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是吊塔用三速电动机配套的 24 极慢速绕组，通常嵌于槽的下层，采用庶极布线，每相由 12 只线圈顺串而成 24 极，三相接成一路 Y 形，故图中仅引出线 3 根。此挡绕组主要用货物起吊和慢速就位。主要应用实例有 YQTD200L-4/6/24 型电动机的 24 极绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，嵌线之初需吊起 1 边，并隔开 1 槽嵌入。嵌线顺序见表 2-69。

表 2-69　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	71	69		67		65		63		61		59		67		55		53
	浮边			72		70		68		66		64		62		60		58	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		51		49		47		45		43		41		39		37		35
	浮边	56		54		52		50		48		46		44		42		40	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	沉边		33		31		29		27		25		23		21		19		17
	浮边	38		36		34		32		30		28		26		24		22	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	沉边		15		13		11		9		7		5		3		1		
	浮边	20		18		16		14		12		10		8		6		4	2

(4) 绕组端面布接线

如图2-69所示。

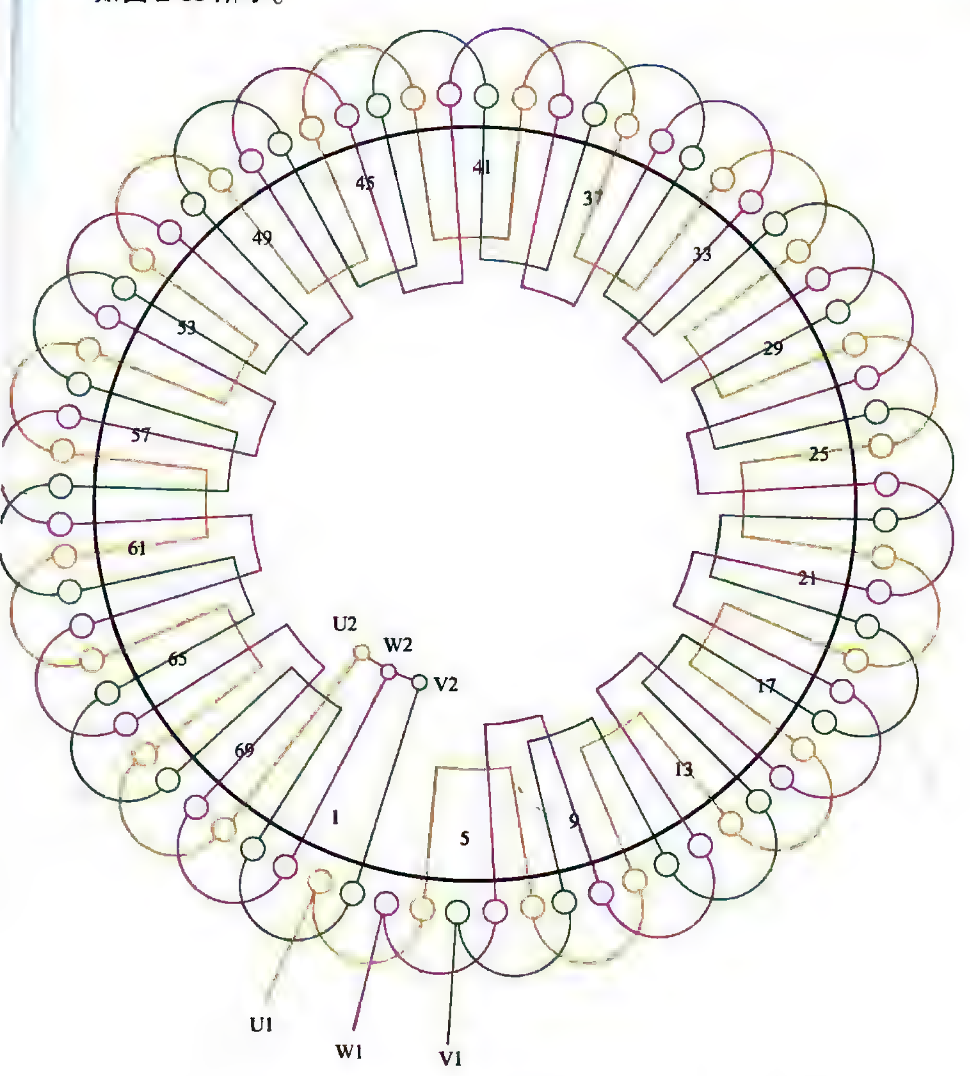


图2-69　72槽24极（$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

2.5.15 72槽24极（$a=2$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=72$　　电机极数 $2p=24$

总线圈数 $Q=36$　　线圈组数 $u=36$

每组圈数 $S=1$　　极相槽数 $q=1$

绕组极距 $\tau=3$　　线圈节距 $y=3$

并联路数 $a=2$　　每槽电角 $\alpha=60°$

绕组系数 $K_{dp}=1.0$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本绕组用于塔吊三速电动机配套的24极慢速绕组，采用庶极布线，嵌于槽的下层。每相由12只线圈顺串而成，为便于嵌绕和接线，线圈最好采用6只连绕，但要留足过线，嵌线时三相轮换嵌入。24极绕组是辅助绕组，主要用于货物起吊和慢速就位。应用实例有YQTD200-4/6/24—△/2Y/2Y三速电动机之24极绕组。

(3) 绕组嵌线方法

嵌线可用两种方法，如用交叠法则需吊起1边，嵌线顺序参考2.5.14节；本例用整嵌法，无需吊边，完成后构成双平面绕组。嵌线顺序见表2-70。

表2-70　分层整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	1	4	5	8	9	12	13	16	17	20	21	24	25	28	29	32	33	36
	上平面																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……			33	34	35	36	37	38
槽号	下平面	37	40	41	44	45	48	49	52	53	……			65	68	69	72		
	上平面										……							3	6
嵌绕次序		39	40	41	42	……		61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下平面					……													
	上平面	7	10	11	14	……		51	54	55	58	59	62	63	66	67	70	71	2

(4) 绕组端面布接线

如图 2-70 所示。

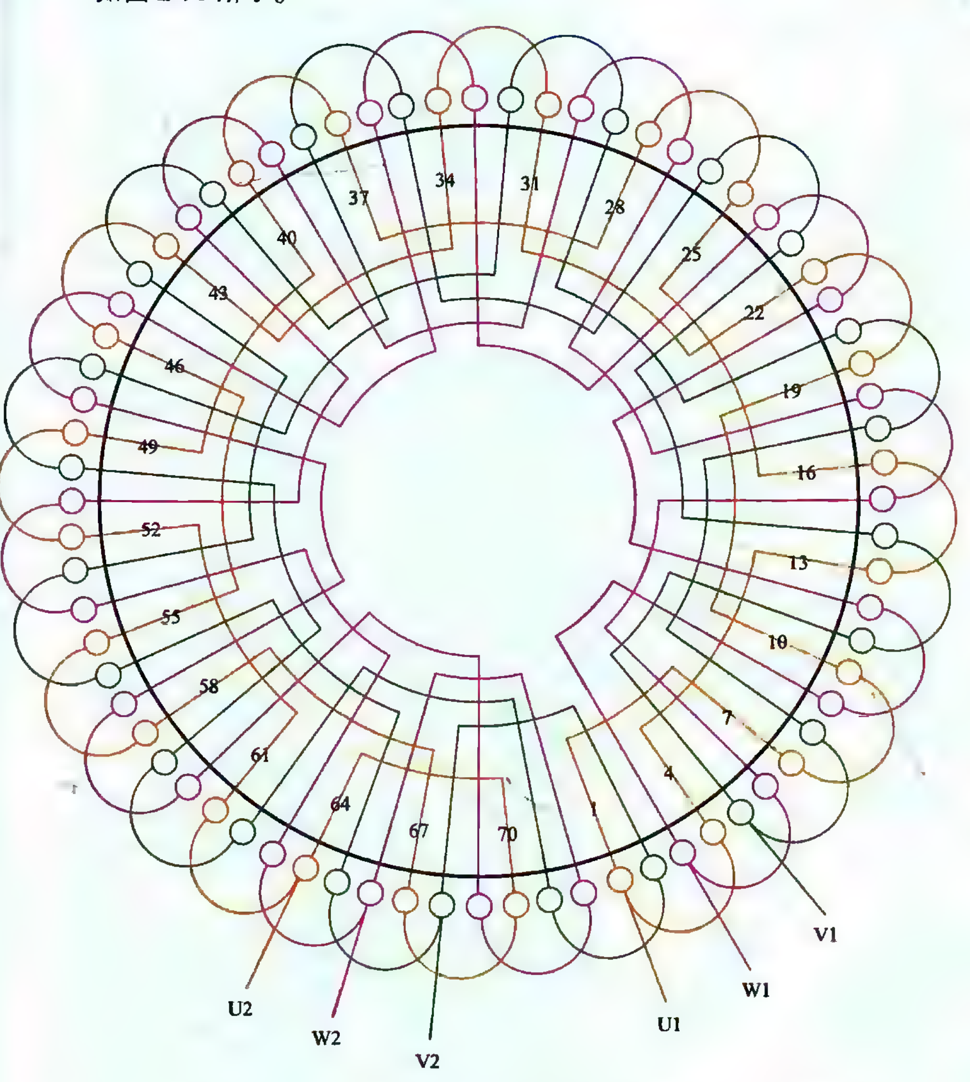


图 2-70　72 槽 24 极（$a=2$）三相电动机绕组单层链式（底极）布线

第3章

三相系列中型异步电动机绕组

本章是三相常规（380V）系列电动机的中型规格，具体内容主要包括定子60槽及54槽铁芯的两个节级。中型电机采用的绕组也是以双层叠式为主，而单层布线通常都用于多绕组多速电动机的配套绕组或转子绕组。本章的编排次序与上一章相同，即以多槽数在前的逆序排列；但因某槽数的图例过多，为便于查阅，则再以极数分节，故本章共分4节，计有绕组图共47例。此外，同极数之下，再根据绕组型式如双层叠式、单层叠式、单层链式、单层同心式及交叉式等次序编排内容。

本章涉及的有关问题作如下说明。

(1) 三相电动机绕组系数

① 单层绕组　三相电动机单层绕组除个别图例标注说明外，其余均属全距绕组，即节距系数 $K_p = 1$，故其绕组系数等于分布系数，所以，单层绕组（不论型式）均按下式计算绕组系数。

$$K_{dp} = K_d = \frac{0.5}{q\sin\left(\frac{30^\circ}{q}\right)}$$

② 双层绕组　双层绕组的绕组系数包含分布系数 K_d 和短距系数 K_p，它由下式计算

$$K_{dp} = K_d K_p = \frac{0.5}{C\sin\left(\frac{30^\circ}{C}\right)}\sin\left(90^\circ\frac{y}{\tau}\right)$$

式中　τ——绕组极距，槽；$\tau = Z/2p$；

q——每极相槽数，$q = Z/2pm$，槽；

C——当 q = 整数时，$C = q$；若 q 为分数，则 C 是不可约分的假分数分子。

(2) 绕组嵌线表

嵌线表是初学者嵌线次序的指引，但因各人操作工艺习惯有别，故此表仅供参考。此外，当槽数较多时，表格所占版面过大，故将嵌线表作适当的简化。

(3) 绕组接法与引出线

为方便用户适应使用电压，或适应采用Y-△启动，一般小型电动机都设计6根出线，并通过接线盒变换接法；大中型电机电流大，若接线盒结构无法适应大电流变换改接时，通常就设计成单一星形或角形接法而只引出3根电源线。这样，每一绕组就要绘成二例而陡增篇幅。为使本图集的布接线通用，本章图例均引出6根出线。若修理的电机是三根引线，则修理时把U2、V2、W2在机内接成星点，只引出U1、V1、W1成为Y形接法；若是角形绕组，则在内部将U2与V1；V2与W1；W2与U1分别连接后，引出U1、V1、W1三根出线。

3.1 60槽系列4、6极电动机绕组端面布接线图

60槽电动机绕组数量较多，故分两节编排，本节是4、6极绕组，全部采用双层叠式布线；其中4极是系列电动机常用绕组，而6极则属准对称安排的分数绕组，在系列规格中未见单独用于定子，而仅见于双绕组多速电动机作配套绕组。

本节编排以4极在先，6极在后；而同极数则以绕组节距和并联路数的多少顺次排列。本节查得绕组16例，其中60槽4极（$y=12$，$a=1$；$y=13$，$a=1$）与高压电机兼用已收入第1章，故本节实际收入绕组14例，供读者修理时选用参考。

3.1.1 60槽4极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　电机极数 $2p=4$　总线圈数 $Q=60$

线圈组数 $u=12$　每组圈数 $S=5$　极相槽数 $q=5$

绕组极距 $\tau=15$　线圈节距 $y=10$　并联路数 $a=1$

每槽电角 $\alpha=12°$　分布系数 $K_d=0.957$　节距系数 $K_p=0.866$

绕组系数 $K_{dp}=0.829$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用较短的节距，使吊边数减至10个，有利于电机嵌线，但绕组系数较低。主要应用实例有JS-127-4等功率较大的低压电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见表3-1。

表3-1　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58	57	56	55		54		53		52	
	上层												5		4		3		2
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……			95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层	51		50		49		48	……			13		12		11		10	
	上层		1		60		59		……				23		22		21		20
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	9		8		7		6											
	上层		19		18		17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

(4) 绕组端面布接线

如图3-1所示。

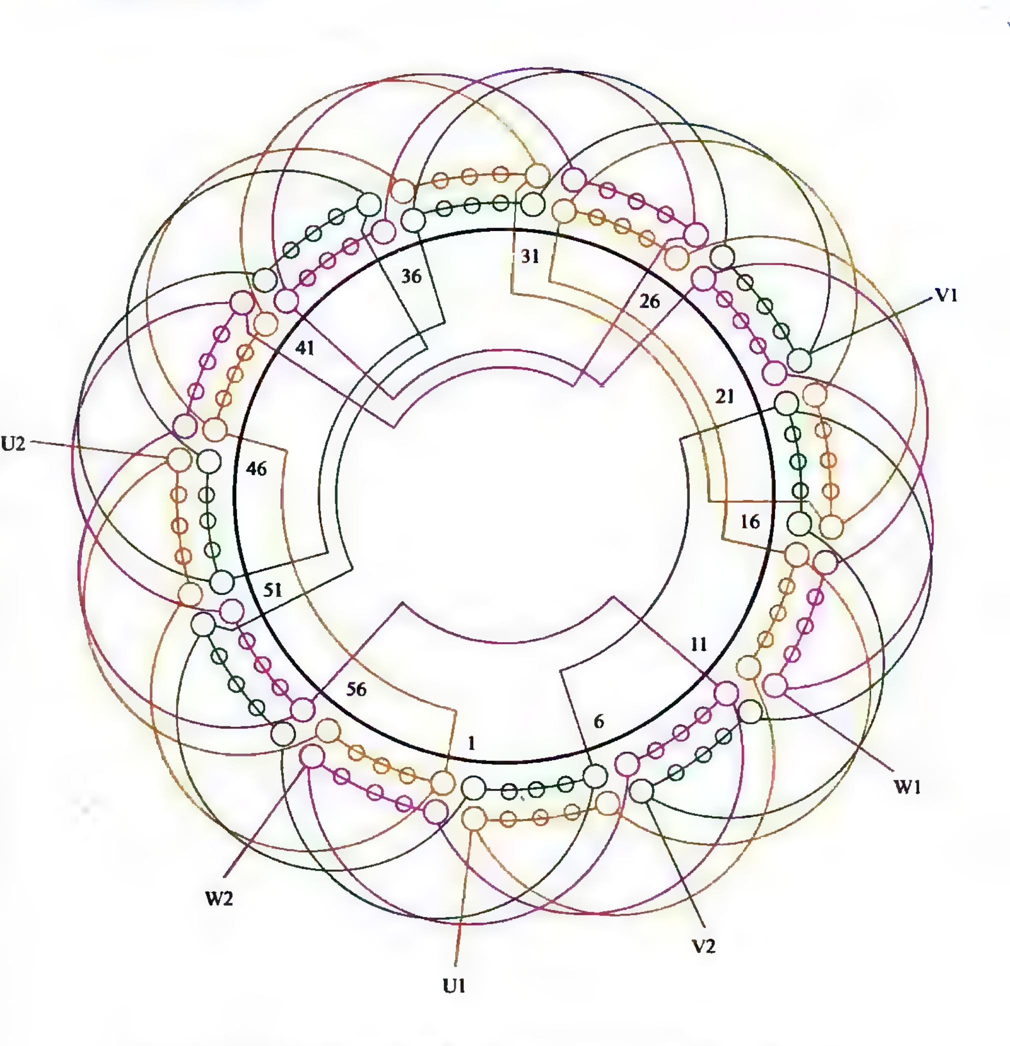


图3-1　60槽4极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.1.2　60 槽 4 极（y=10、a=4）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　　电机极数 $2p=4$　　总线圈数 $Q=60$

线圈组数 $u=12$　　每组圈数 $S=5$　　极相槽数 $q=5$

绕组极距 $\tau=15$　　线圈节距 $y=10$　　并联路数 $a=4$

每槽电角 $\alpha=12°$　　分布系数 $K_d=0.957$　　节距系数 $K_p=0.866$

绕组系数 $K_{dp}=0.829$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组特点同上例，但采用四路并联接线，即每相 4 组线圈各为一路，故接线时必须使相邻两组极性相反。此绕组主要应用于老系列，如三相异步电动机 JO2-85-4、J-92-4、J2-93-4 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 10。嵌线顺序见表 3-2。

表 3-2　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	60		59		58		57	
	上层												10		9		8		7
嵌绕次序		19	20	21	22		……		92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层	56		55			……			19		18		17		16		15	
	上层		6		5		……		30		29		28		27		26		25
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	14		13		12		11											
	上层		24		23		22		21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11

(4) 绕组端面布接线

如图 3-2 所示。

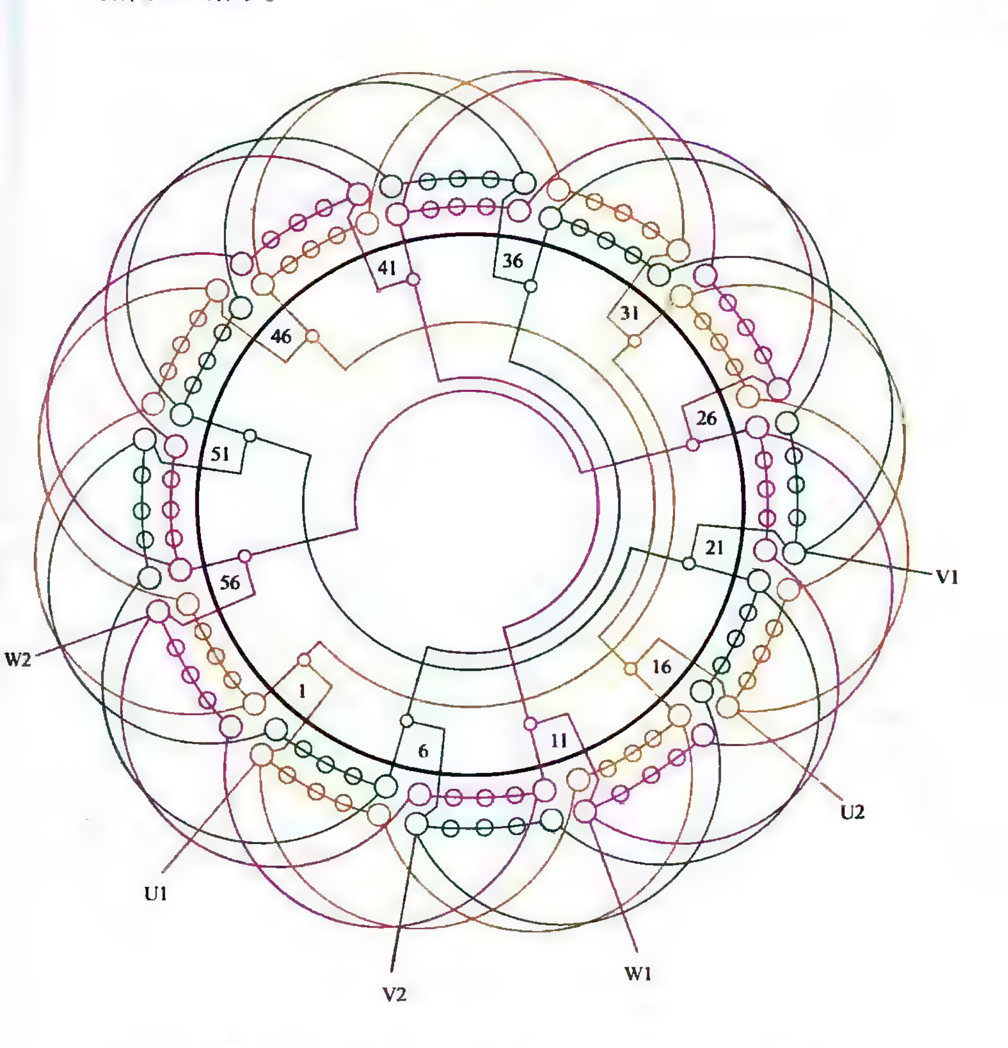


图 3-2　60 槽 4 极（$y=10$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.1.3 60 槽 4 极（$y=11$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　电机极数 $2p=4$　总线圈数 $Q=60$

线圈组数 $u=12$　每组圈数 $S=5$　极相槽数 $q=5$

绕组极距 $\tau=15$　线圈节距 $y=11$　并联路数 $a=1$

每槽电角 $\alpha=12°$　分布系数 $K_d=0.957$　节距系数 $K_p=0.914$

绕组系数 $K_{dp}=0.875$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本绕组为便于嵌线采用较小的线圈节距，每相由 4 组线圈组成，并按相邻反极性串接。因是一路串联，主要用于高压电动机或转子绕组。应用实例有 JS-1512-4 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 11。嵌线顺序见表 3-3。

表 3-3　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54		53		52		51
	上层													5		4		3	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	......			95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层		50		49		48		......				12		11		10		9
	上层	2		1		60		59	......			24		23		22		21	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		8		7		6												
	上层	20		19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

(4) 绕组端面布接线

如图 3-3 所示。

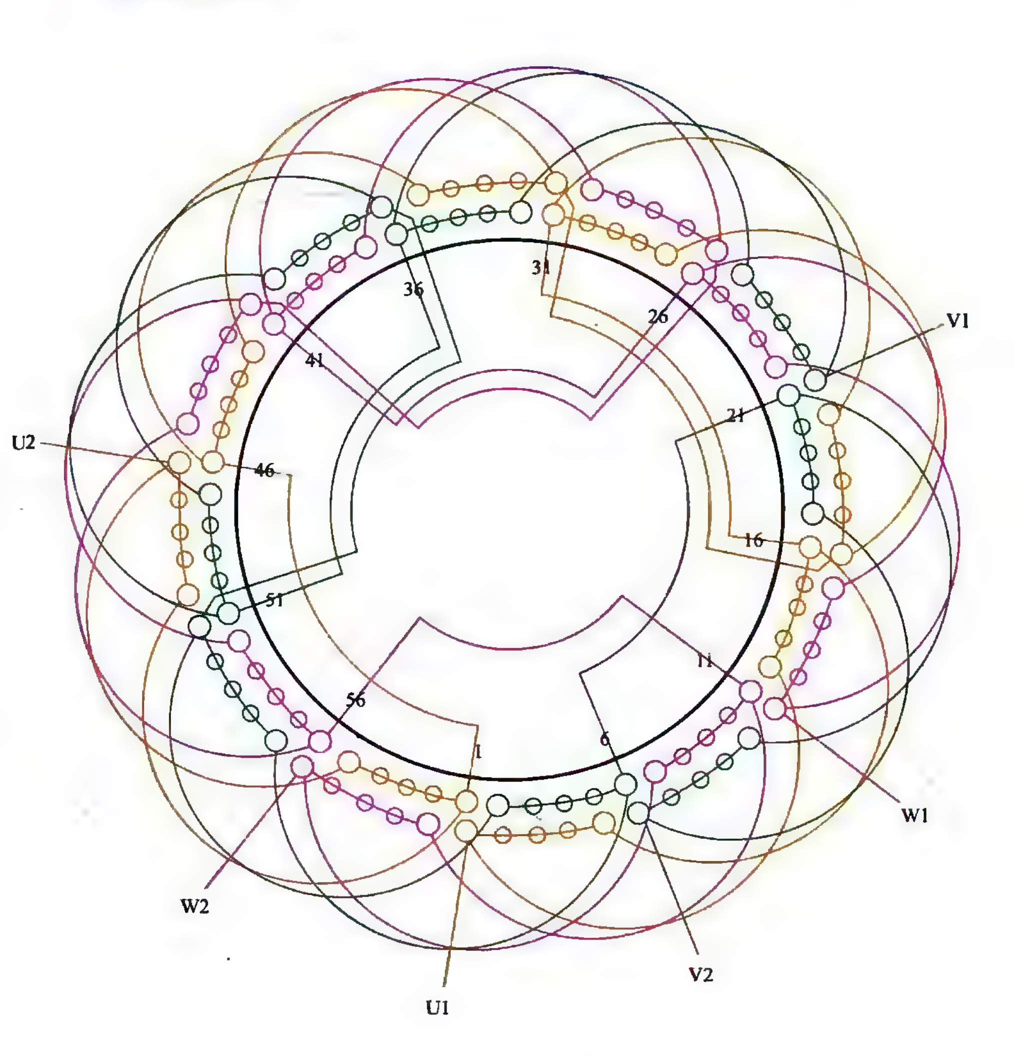


图 3-3　60 槽 4 极（$y=11$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.1.4 60 槽 4 极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=60$	每组圈数	$S=5$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=5$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=60$	绕组极距	$\tau=15$	节距系数	$K_p=0.914$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=11$	绕组系数	$K_{dp}=0.875$
每槽电角	$\alpha=12°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组也属较短节距，故嵌线吊边数也较少，利于嵌线；而绕组由五联组构成，二路并联的接线是采用长跳，即进线后分左右两路，分别将同极性两线圈组串联，然后把两个支路尾线并接后出线。本绕组主要应用于三相小型同步发电机电枢。实例如 T2-250L-4 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 11。嵌线顺序见表 3-4。

表 3-4 交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号 下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49		48		47		46		45		44		43
槽号 上层													60		59		58		57		56		55	
嵌绕次序	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号 下层		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31
槽号 上层	54		53		52		51		50		49		48		47		46		45		44		43	
嵌绕次序	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	……		
槽号 下层		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		……		
槽号 上层	42		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32	……		
嵌绕次序	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号 下层		6		5		4		3		2		1												
槽号 上层	18		17		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-4 所示。

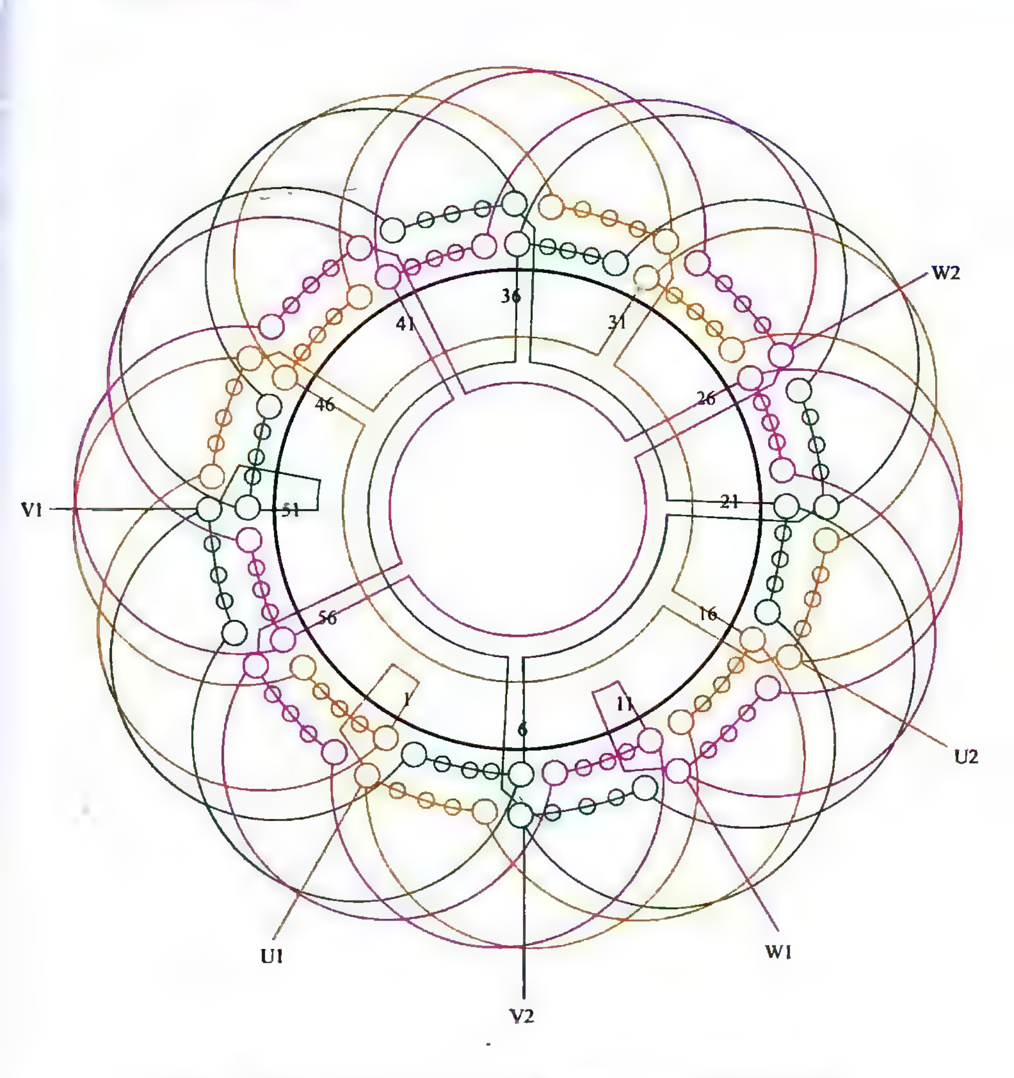


图 3-4　60 槽 4 极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.1.5　60 槽 4 极（y=11、a=4）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=60$	每组圈数	$S=5$	并联路数	$a=4$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=5$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=60$	绕组极距	$\tau=15$	节距系数	$K_p=0.914$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=11$	绕组系数	$K_{dp}=0.875$
每槽电角	$\alpha=12°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组节距与上例相同，但采用四路并联，因每相有 4 个互联组，故每一支路仅一组线圈，并按同相相邻反极性并联。此绕组应用实例有老系列的 JO94-4；还用于小型同步发电机 T2-250M-4 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 11。嵌线顺序见表 3-5。

表 3-5　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54		53		52		51
	上层													5		4		3	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27		……		97	98	99	100	101	102
槽号	下层		50		49		48		47			……			11		10		9
	上层	2		1		60		59		58		……		23		22		21	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		8		7		6												
	上层	20		19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

(4) 绕组端面布接线

如图3-5所示。

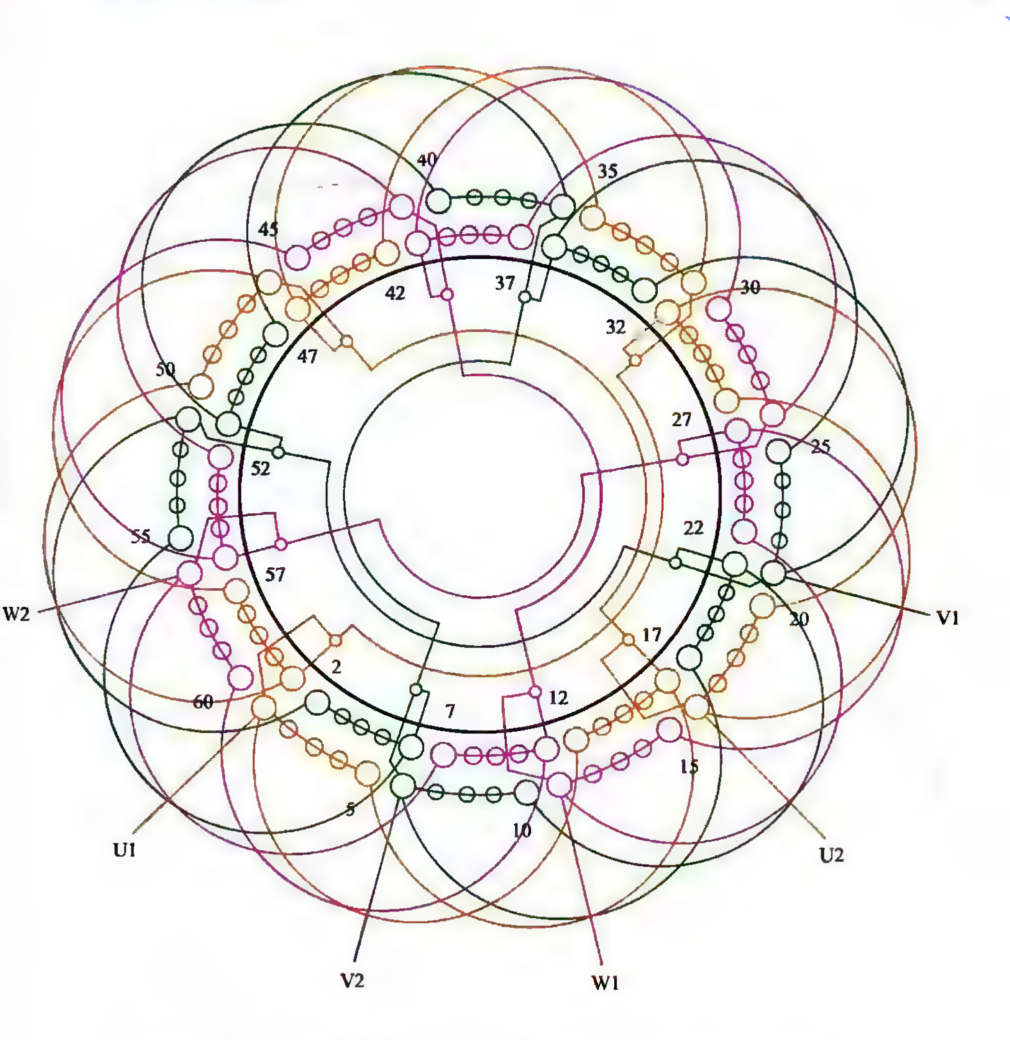


图3-5　60槽4极（$y=11$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.1.6　60槽4极（$y=12$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=60$	电机极数	$2p=4$
总线圈数	$Q=60$	线圈组数	$u=12$
每组圈数	$S=5$	极相槽数	$q=5$
绕组极距	$\tau=15$	线圈节距	$y=12$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=12°$
分布系数	$K_d=0.957$	节距系数	$K_p=0.951$
绕组系数	$K_{dp}=0.91$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是双层叠式绕组，绕组由五联组构成，每相有4组线圈，采用二路并联接法，即每相有两个支路，每一支路含2组线圈。接线采用短跳串联，即进线后分左右方向走线，并将相邻两组线圈反极性串联起来，然后把两个支路尾线并接后引出。主要应用实例有老系列J2-91-4电动机，还用于JRQ1410-4的转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为12。嵌线顺序见表3-6。

表3-6　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48		47		46	
	上层														60		59		58
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	
槽号	下层	45		44		43	……		8		7	—	6		5		4		
	上层		57		56		……	21		20		19		18		17		16	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	3		2		1													
	上层		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-6 所示。

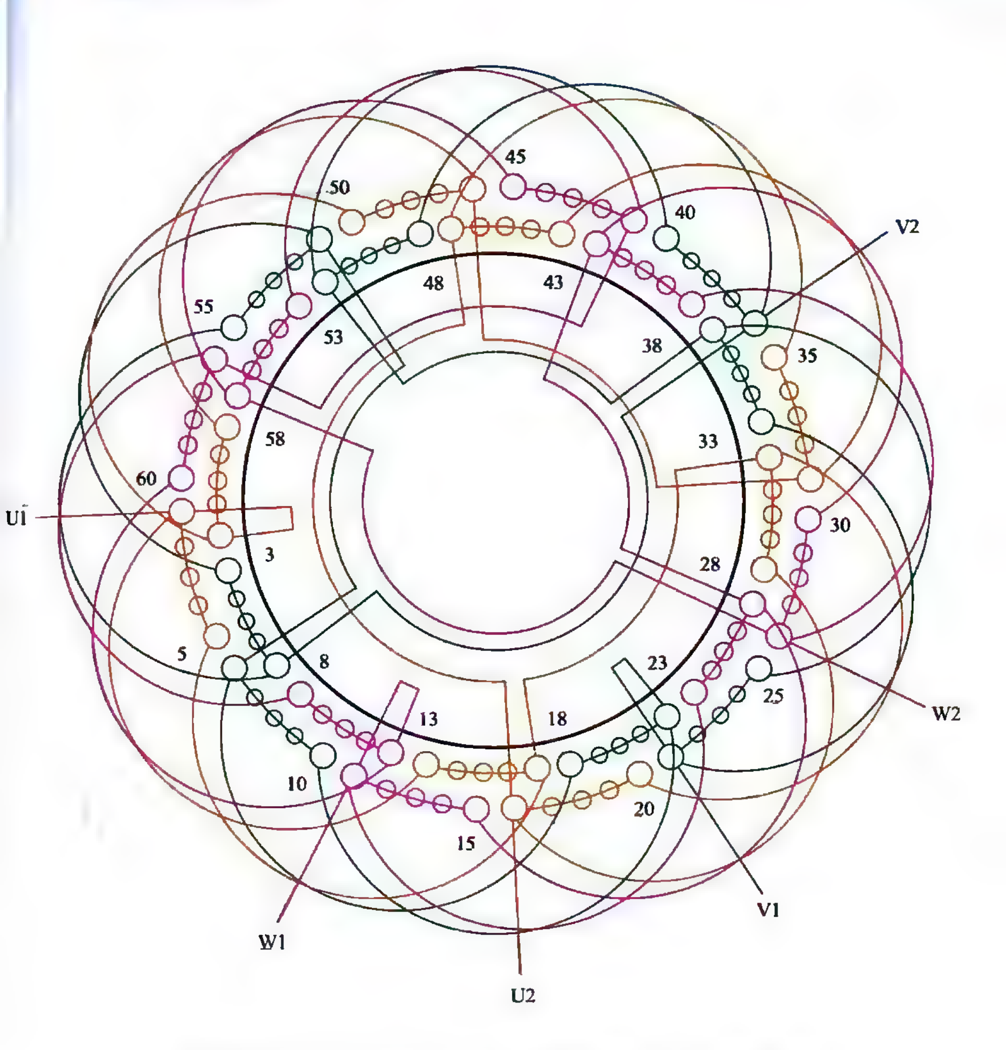


图 3-6　60 槽 4 极（$y=12$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.1.7 60 槽 4 极（$y=12$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　　每组圈数 $S=5$　　并联路数 $a=4$
电机极数 $2p=4$　　极相槽数 $q=5$　　分布系数 $K_d=0.957$
总线圈数 $Q=60$　　绕组极距 $\tau=15$　　节距系数 $K_p=0.951$
线圈组数 $u=12$　　线圈节距 $y=12$　　绕组系数 $K_{dp}=0.91$
每槽电角 $\alpha=12°$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组布线特点同上例，但接线采用四路并联，即每一支路只有一线圈组，且相邻组间必须反向并接。主要应用实例有铝线绕组异步电动机 JO2L-91-4、小型同步发电机 T2-355M-4 和小型同步水轮发电机 TFS-42.3/19 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 12。嵌线顺序见表 3-7。

表 3-7　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54	53		52		51	
	上层														5		4		3

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……	95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层	50		49		48		47	……	12		11		10		9	
	上层		2		1		60		……		24		23		22		21

嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	8		7		6													
	上层		20		19		18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

(4) 绕组端面布接线

如图 3-7 所示。

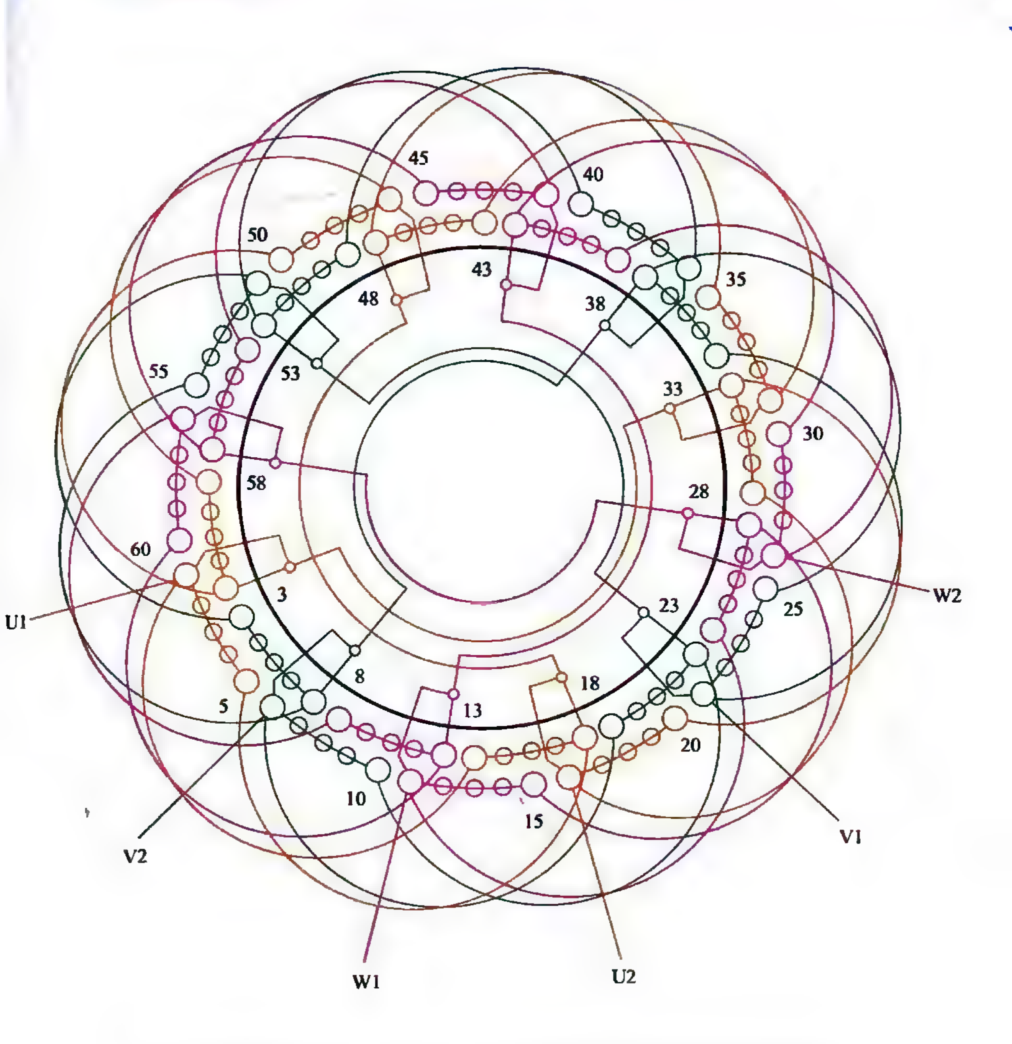


图 3-7　60 槽 4 极（$y=12$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.1.8 60槽4极（$y=13$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=60$	每组圈数	$S=5$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=5$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=60$	绕组极距	$\tau=15$	节距系数	$K_p=0.978$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=13$	绕组系数	$K_{dp}=0.936$
每槽电角	$\alpha=12°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本绕组线圈节距较上例增长一槽，并采用两路并联接线，每一支路两组线圈为反极性短跳连接。主要应用实例有 JS2-355M1-4 双笼中型异步电动机，YLB250-1-4、YLB750-3-4 节能型长轴深井用异步电动机等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 13。嵌线顺序见表 3-8。

表 3-8　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54	53	52		51		50
	上层															5		4	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27		……		97	98	99	100	101	102
槽号	下层		49		48		47		46			……			10		9		8
	上层	3		2		1		60		59		……		24		23		22	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		7		6														
	上层	21		20		19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

(4) 绕组端面布接线

如图3-8所示。

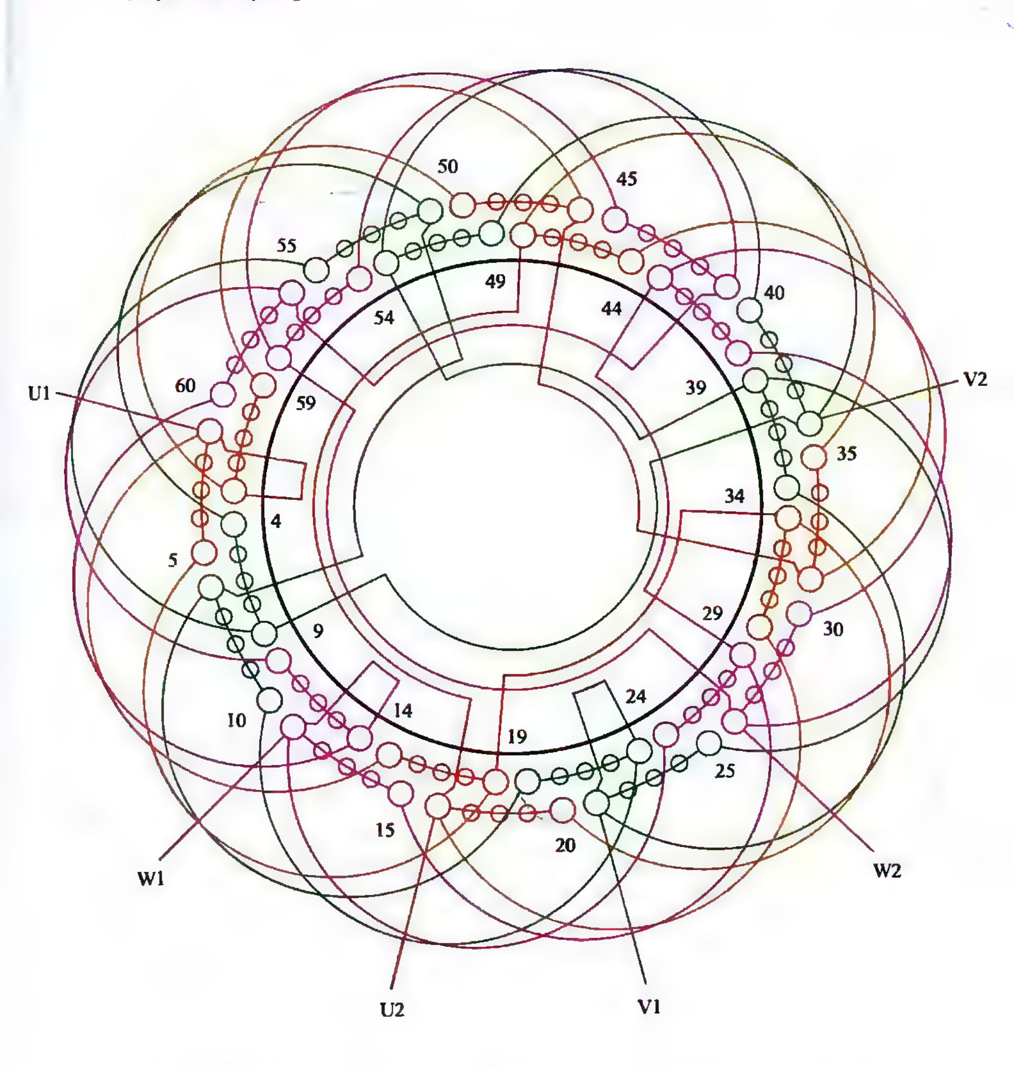


图3-8 60槽4极（$y=13$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.1.9 60 槽 4 极（y=13、a=4）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　　每组圈数 $S=5$　　并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=4$　　极相槽数 $q=5$　　分布系数 $K_d=0.957$

总线圈数 $Q=60$　　绕组极距 $\tau=15$　　节距系数 $K_p=0.978$

线圈组数 $u=12$　　线圈节距 $y=13$　　绕组系数 $K_{dp}=0.936$

每槽电角 $\alpha=12°$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组节距同上例，但接线采用四路并联，每一支路只有一组线圈，故同相线圈组间为反向并联。本例是 60 槽 4 极各种系列电机中应用最普遍的布接线形式，应用实例有 JO3-280S-4、铝绕组电动机 JO2L-93-4、高效率电动机 YX-280S-4、绕线式异步电动机 JR2-400-4、节能型长轴深井用电动机 YLB280-1-4、中型双笼型异步电动机 JS2-335M2-4 以及小型同步发电机 T2-280S-4 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线，吊边数为 13。嵌线顺序见表 3-9。

表 3-9　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45
	上层															60		59	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层		44		43		42			……			6		5		4		3
	上层	58		57		56		55		……		20		19		18		17	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		2		1														
	上层	16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-9 所示。

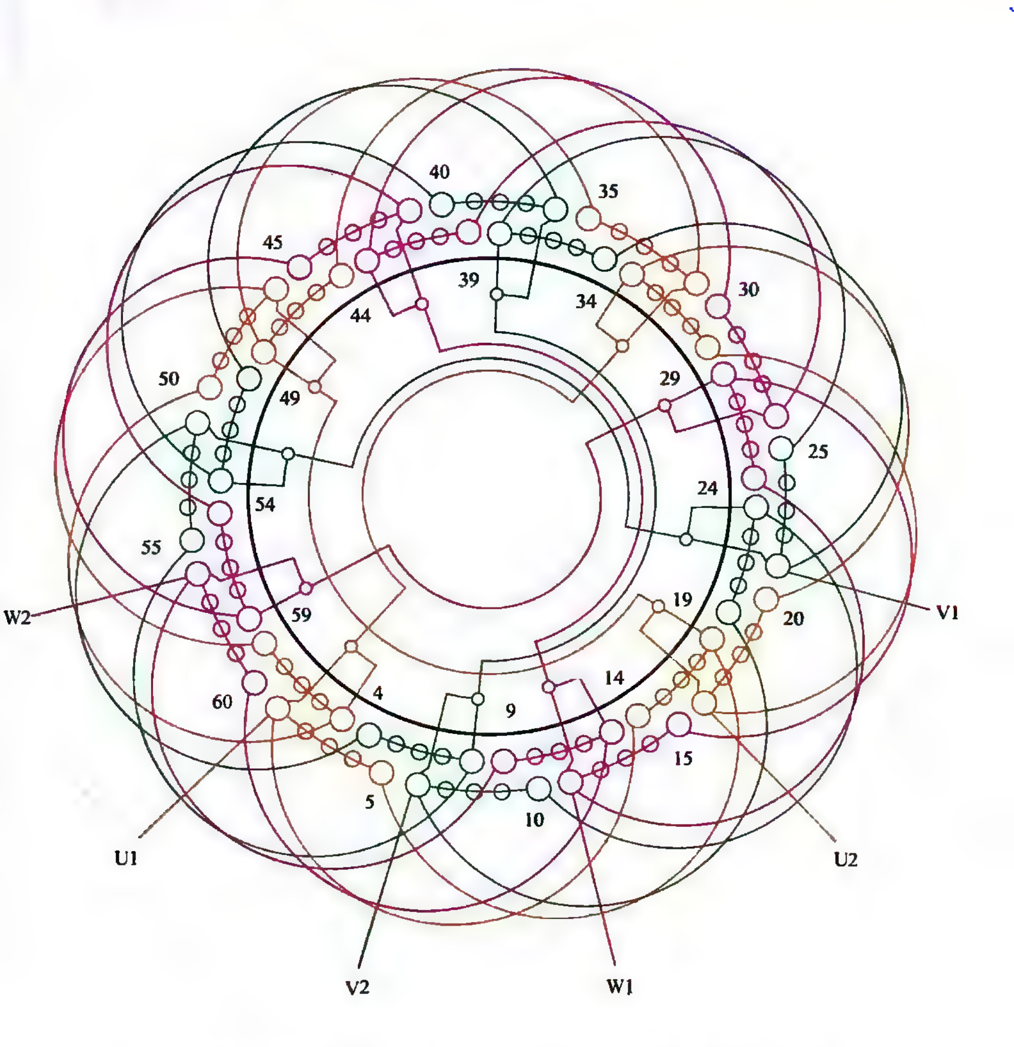


图 3-9　60 槽 4 极（$y=13$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.1.10　60 槽 4 极（$y=14$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=60$	每组圈数	$S=5$	并联路数	$a=4$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=5$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=60$	绕组极距	$\tau=15$	节距系数	$K_p=0.995$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=14$	绕组系数	$K_{dp}=0.952$
每槽电角	$\alpha=12°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

60 槽 4 极绕组均由五联组构成，每相 4 组线圈，本例为四路并联，则每一支路仅有线圈一组，并按同相相邻反极性并联。本例采用较大的线圈节距，使嵌线吊边数增至 14 个，给定子嵌线增加一定难度，但绕组系数则较高。本例绕组实际应用不多，目前仅见用于新系列 Y2-280S-4E。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 14。嵌线顺序见表 3-10。

表 3-10　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51		50	
	上层																5		4
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	……		93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层	49		48		47		……		12		11		10		9		8	
	上层		3		2		1	……			26		25		24		23		22
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	7		6															
	上层		21		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

(4) 绕组端面布接线

如图 3-10 所示。

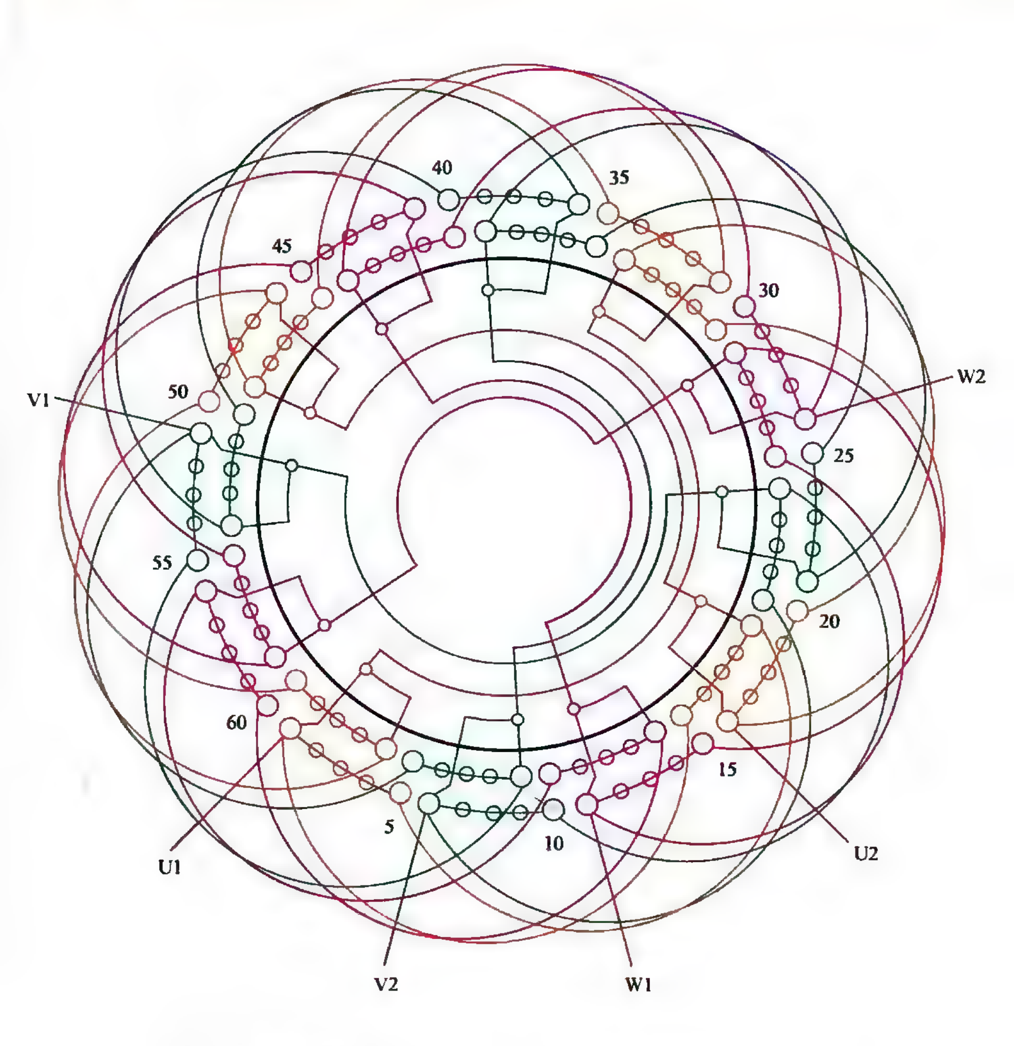


图 3-10　60 槽 4 极（$y=14$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.1.11　60槽6极（$y=8$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=60$　　电机极数　$2p=6$

总线圈数　$Q=60$　　线圈组数　$u=18$

每组圈数　$S=3$、4　　极相槽数　$q=3\frac{1}{3}$

绕组极距　$\tau=10$　　线圈节距　$y=8$

并联路数　$a=2$　　每槽电角　$\alpha=18°$

分布系数　$K_d=0.956$　　节距系数　$K_p=0.951$

绕组系数　$K_{dp}=0.909$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例 $q=3\frac{1}{3}$，故只能构成分数绕组，另外因其分母是3，且为极数所整除，故也不能构成正常对称的绕组。本例是笔者20多年前的设计方案，绕组由三联组和四联组构成，线圈组的分布规律为4 3 3 3 4 3 3 3 4。其绕组对称度尚在允许范围，公布于此，供读者参考。

本绕组为二路并联，每一支路由一个四联组和两个三联组按反极性串联而成。本绕组用于改极选用参考。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为8。因系分数绕组，每组由3、4圈组成，故嵌线时严格按图嵌入。嵌线顺序见表3-11。

表3-11　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52		51		50		49		48	
	上层										60		59		58		57		56
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层	47		46		45		44		……		9		8		7		6	
	上层		55		54		53		52	……			17		16		15		14
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-11 所示。

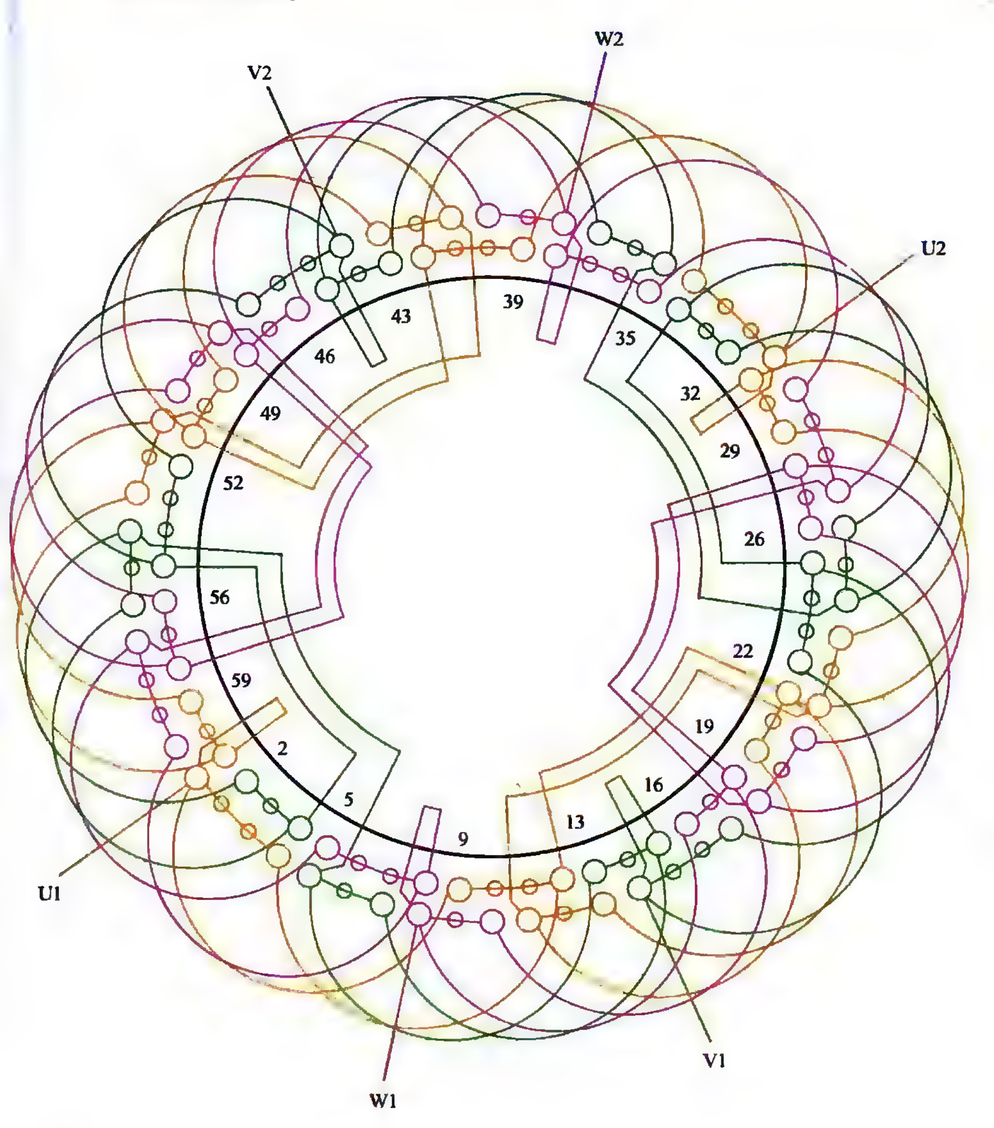


图 3-11　60 槽 6 极（$y=8$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.1.12 60槽6极（$y=9$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　电机极数 $2p=6$　总线圈数 $Q=60$

线圈组数 $u=18$　每组圈数 $S=3$、4　极相槽数 $q=3\frac{1}{3}$

绕组极距 $\tau=10$　线圈节距 $y=9$　并联路数 $a=1$

每槽电角 $\alpha=18°$　分布系数 $K_d=0.956$　节距系数 $K_p=0.988$

绕组系数 $K_{dp}=0.945$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

60槽定子绕制6极是 $q=3\frac{1}{3}$ 的分数，因其分母是3而为极数（6）整除，按均衡对称分布，则大联线圈组均处于同一相之下而不能成立。反复核查资料无误，确实有此规格绕组存在，但查遍众书均认为此例不成立（却忘记笔者于20多年前就作过此例），后得从某新著中获得其解，特绘此图，以供参考。其分布规律与上例略有不同，余绕组布接线特点，参看下例。绕组应用于JDO2-62-8/6/4极三速之6极绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例是特殊的分数绕组，小联3圈、大联4圈，故必须按3 3 4 3 4 3 4 3 3的循环规律嵌入。嵌线吊边数为9，交叠法的嵌线顺序见表3-12。

表3-12　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54		53		52		51		50
	上层											3		2		1		60	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层		49		48		47		46	……			11		10		9		8
	上层	59		58		57		56		……		21		20		19		18	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		7		6		5		4										
	上层	17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 3-12 所示。

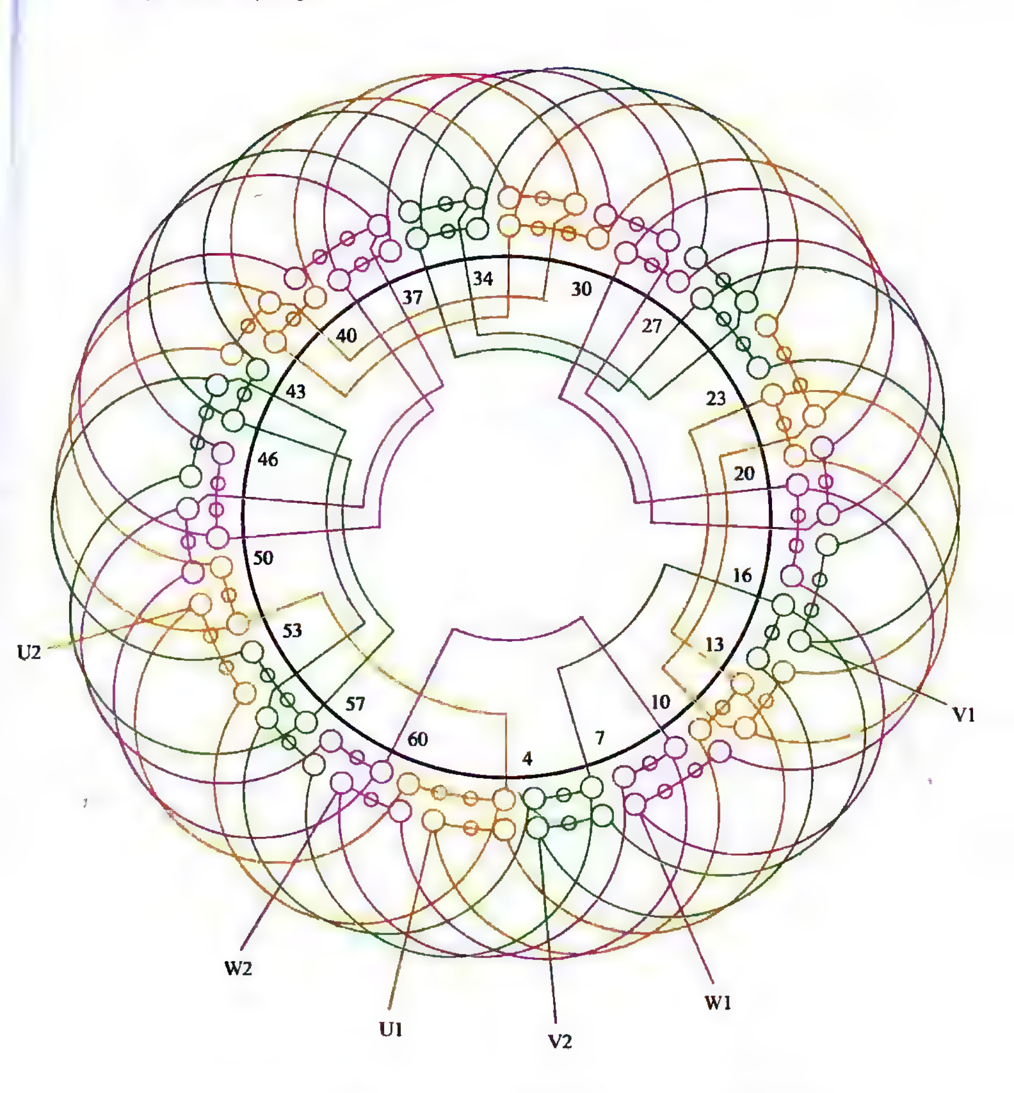


图 3-12　60 槽 6 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.1.13 60槽6极（$y=9$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　电机极数 $2p=6$　总线圈数 $Q=60$

线圈组数 $u=18$　每组圈数 $S=3、4$　极相槽数 $q=3\frac{1}{3}$

绕组极距 $\tau=10$　线圈节距 $y=9$　并联路数 $a=2$

每槽电角 $\alpha=18°$　分布系数 $K_d=0.956$　节距系数 $K_p=0.988$

绕组系数 $K_{dp}=0.945$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用二路并联接线，但绕组结构同例3.1.12。分数绕组的线圈分布按3 3 4 3 4 3 4 3 3规律循环。此绕组构成不同以往，它采用相对对称而非通常的均衡对称，它能形成对称的磁场，即能在定子中找出对称轴。为了确保三相对称和二路平衡，线圈组必须从U1进入后，逆时针按循环规律布线。所以，修理时必须严格按图进行，以免出错。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为9。嵌线顺序见表3-13。

表3-13　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	60	59	58	57	56	55	54		53		52		51		50
	上层											3		2		1		60	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		97	98	99	100	101	102
槽号	下层		49		48		47		46		45	……			10		9		8
	上层	59		58		57		56		55		……		20		19		18	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		7		6		5		4										
	上层	17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 3-13 所示。

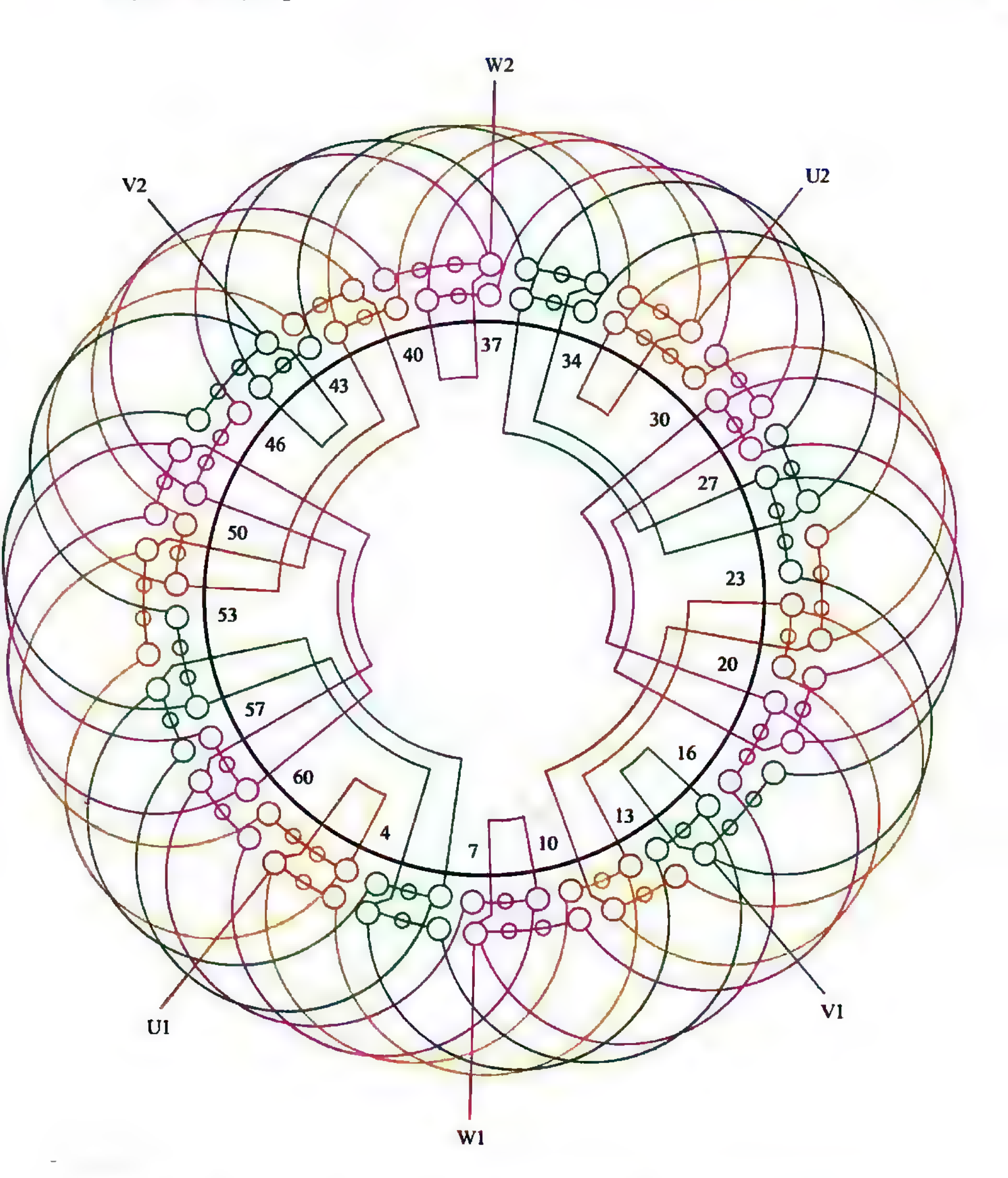


图 3-13　60 槽 6 极（$y=9$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.1.14 60 槽 6 极（$y=11$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式（长距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=60$	电机极数	$2p=6$
总线圈数	$Q=60$	线圈组数	$u=18$
每组圈数	$S=3$、4	极相槽数	$q=3\frac{1}{3}$
绕组极距	$\tau=10$	线圈节距	$y=11$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=18°$
分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.988$
绕组系数	$K_{dp}=0.944$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例仍是分数绕组，由三联组和四联组构成，线圈分布规律与例 3.1.11相同，即 4 3 3 3 4 3 3 3 4。绕组是二路并联，采用短跳接法，并在进线后分左右两方向走线；每一支路由 1 个 4 圈组和 2 个 3 圈组按相邻反极性串联，然后将两支路尾线并接出线。此绕组选用超过极距的线圈节距，是为改绕的特定绕线式转子而设计，不宜用于定子电枢。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 11。嵌线务必按图进行，勿使大小线圈组嵌错位。嵌线顺序见表 3-14。

表 3-14 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49		48		47		46
	上层													60		59		58	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层		45		44		……		9		8		7		6		5		4
	上层	57		56		55	……			20		19		18		17		16	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-14 所示。

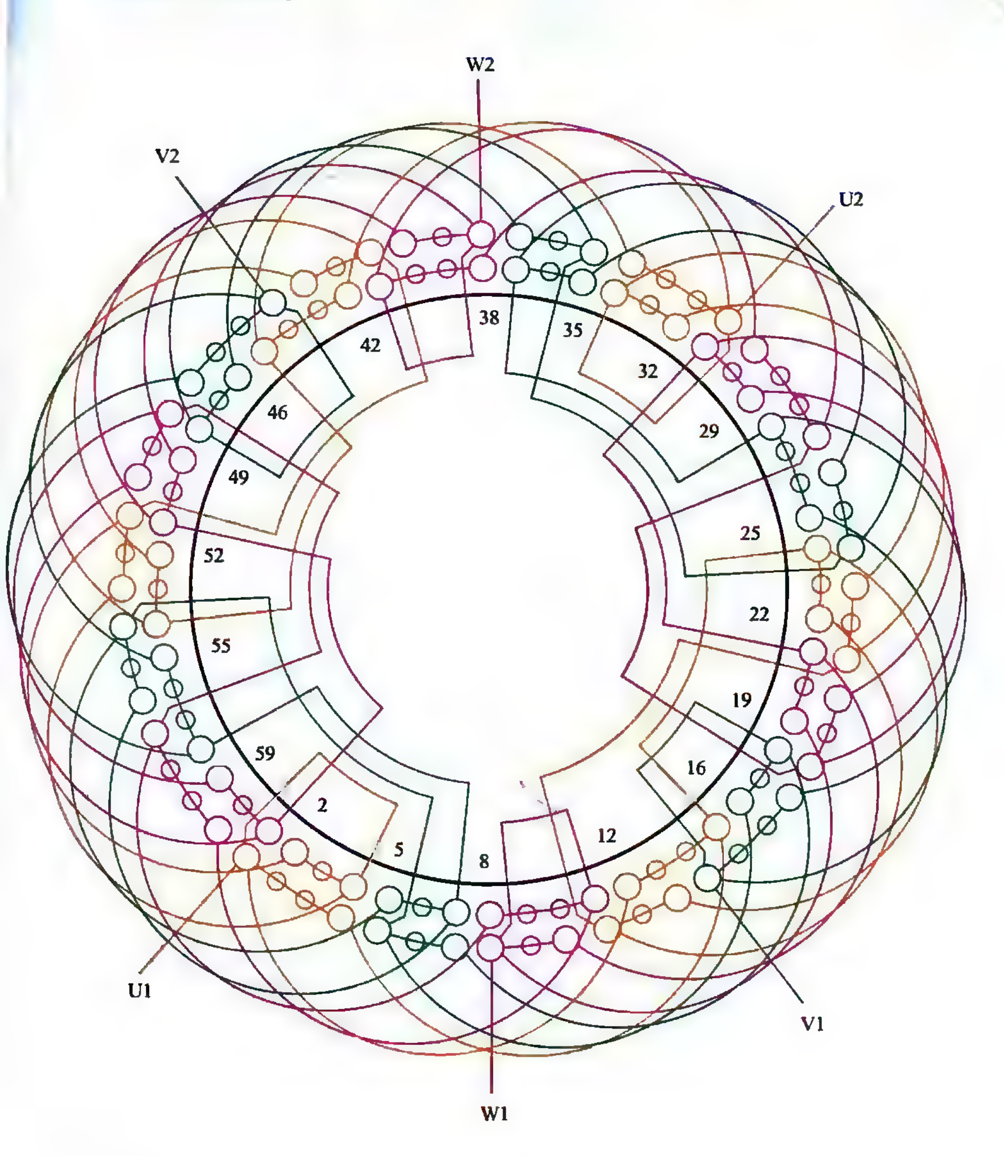


图 3-14　60 槽 6 极（$y=11$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式（长距）布线

3.2 60槽系列8、10极电动机绕组端面布接线图

60 槽 8 极、10 极属中型慢速电动机，本节收入 8 极电动机绕组 6 例，其中 4 例是双层叠式布线，2 例是单层布线；10 极电动机绕组 5 例，其中双叠绕组 3 例，单层绕组 2 例。

3.2.1 60槽8极（$y=6$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=3$、2　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=2\frac{1}{2}$　分布系数　$K_d=0.957$

总线圈数　$Q=60$　绕组极距　$\tau=7\frac{1}{2}$　节距系数　$K_p=0.951$

线圈组数　$u=24$　线圈节距　$y=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.91$

每槽电角　$\alpha=24°$　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

60 槽 8 极为分数绕组，在产品中多应用二路并联接线。线圈由 3、2 圈组成，绕组按 3 2 3 2……分布规律布线。主要应用实例有 JZR2-31-8 冶金起重型绕线式电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例为交叠嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见表 3-15。

表 3-15　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54		53		52		51		50		49		48		47		46	
	上层								60		59		58		57		56		55		54		53		52
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层	45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34	
	上层		51		50		49		48		47		46		45		44		43		42		41		40
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	……		
槽号	下层	33		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23	……		
	上层		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		……		
嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3		2		1							
	上层		15		14		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-15 所示。

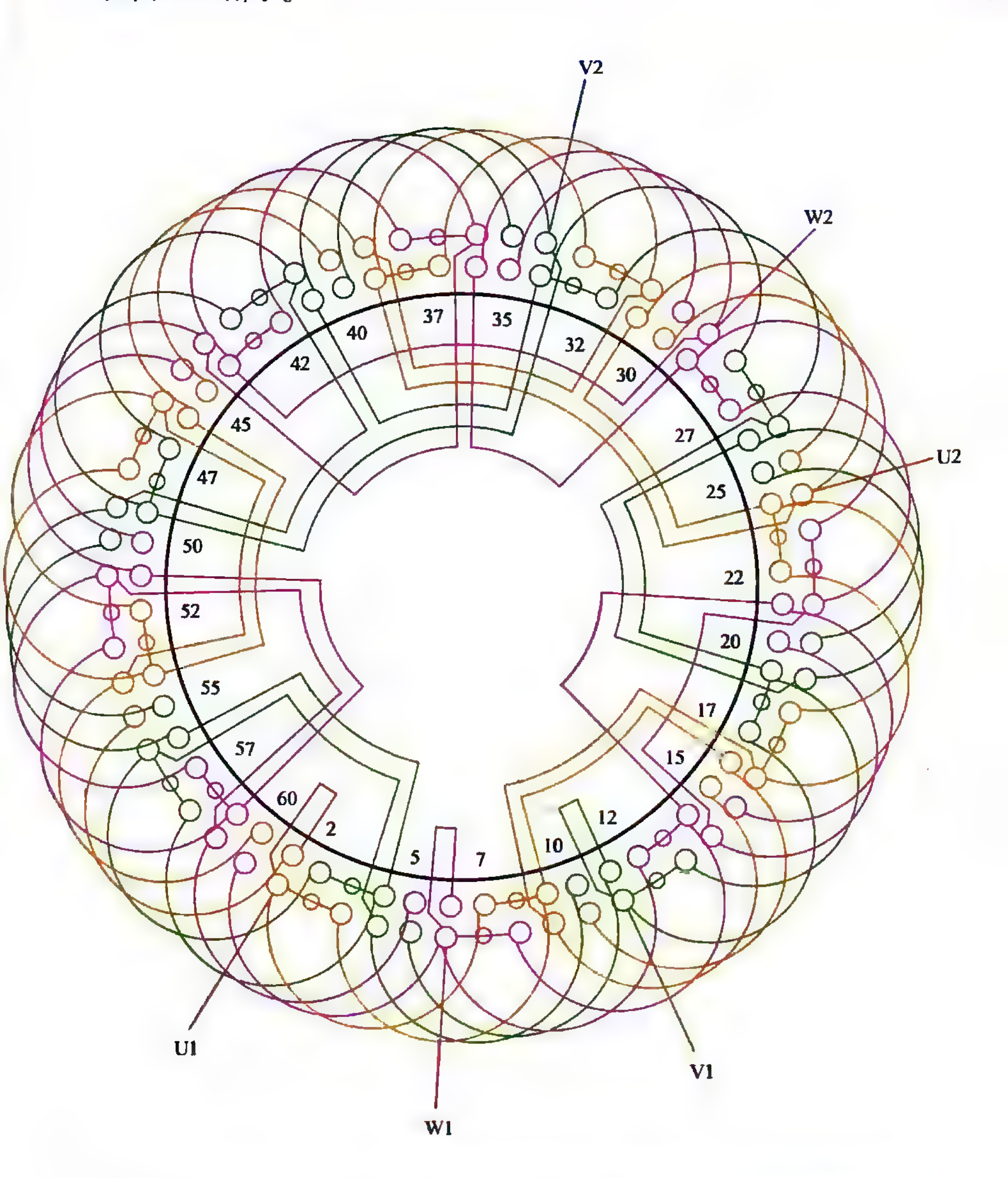


图 3-15　60 槽 8 极（$y=6$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.2.2 60槽8极（$y=6$、$a=4$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=60$	电机极数	$2p=8$
总线圈数	$Q=60$	线圈组数	$u=24$
每组圈数	$S=3$、2	极相槽数	$q=2\frac{1}{2}$
绕组极距	$\tau=7\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=6$
并联路数	$a=4$	每槽电角	$\alpha=24°$
分布系数	$K_d=0.957$	节距系数	$K_p=0.951$
绕组系数	$K_{dp}=0.91$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，每极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$，故每组由3圈和双圈构成，线圈的分布规律是3 2 3 2……。每相有8组线圈，其中3圈组和双圈组各4组；而每相又分4支路，故每一支路由一组3圈和一组双圈反极性串联而成。最后把4个支路的同名端并接后引出。主要应用实例有YZR-250M2-8等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为6。嵌线顺序见表3-16。

表3-16 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54		53		52		51		50		49	
	上层								60		59		58		57		56		55
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层	48		47		46		45		……		10		9		8		7	
	上层		54		53		52		51	……			16		15		14		13
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层	6		5		4		3		2		1							
	上层		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-16 所示。

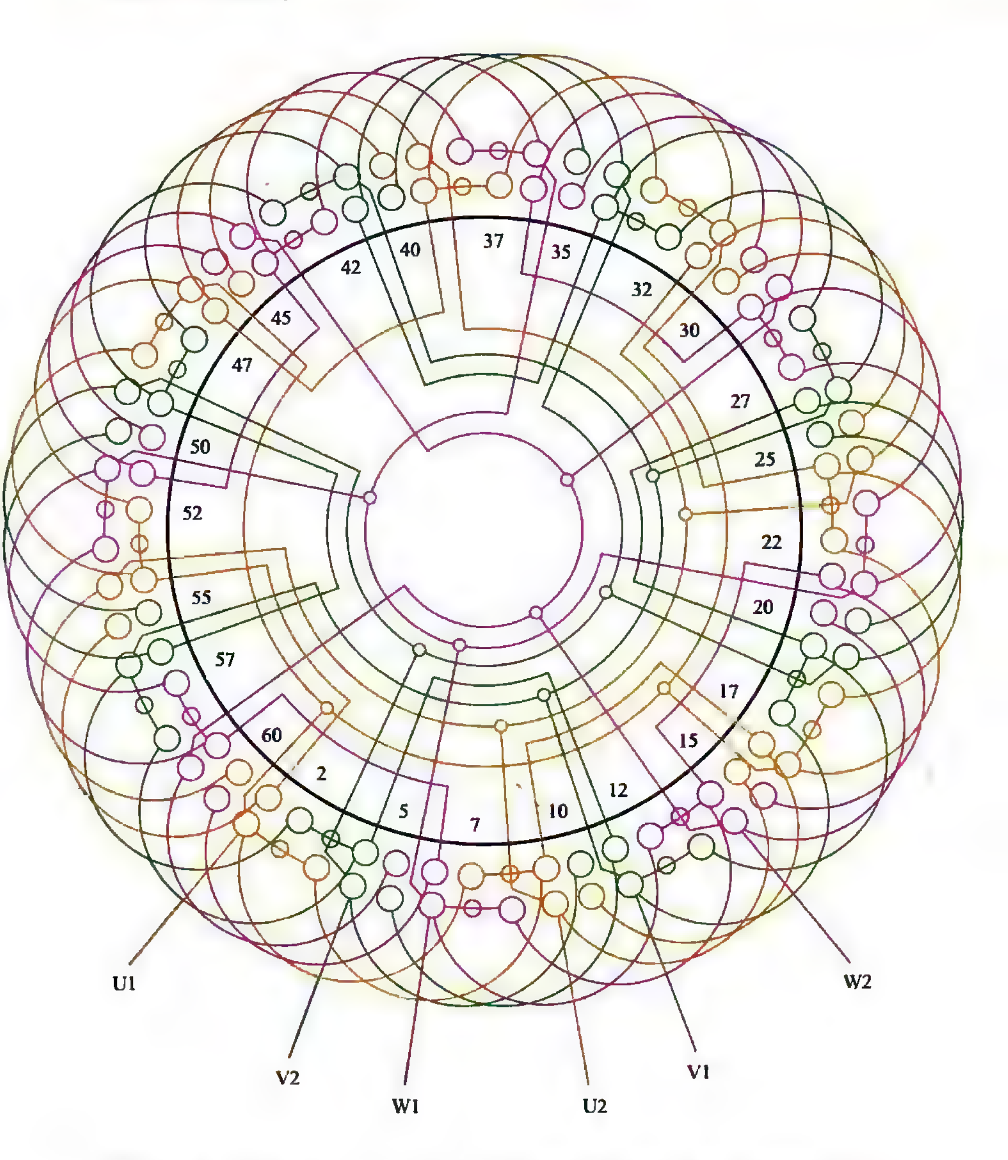


图 3-16　60 槽 8 极（$y=6$、$a=4$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.2.3 60槽8极（$y=7$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=60$	每组圈数	$S=3$、2	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=8$	极相槽数	$q=2\frac{1}{2}$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=60$	绕组极距	$\tau=7\frac{1}{2}$	节距系数	$K_p=0.995$
线圈组数	$u=24$	线圈节距	$y=7$	绕组系数	$K_{dp}=0.952$
每槽电角	$\alpha=24°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组每极相槽为分数，故属分数绕组，每组线圈的分布规律是3 2 3 2……，即3圈组和双圈组交替分布。每相分2个支路，每支路由2个3圈组和两个双圈组相邻反极性串联而成。绕组节距较上例增加一槽，绕组系数稍高。主要应用实例有JZR-180-8等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，吊边数为7。嵌线顺序见表3-17。

表3-17 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53		52		51		50		49		48		47		46		45
	上层									60		59		58		57		56		55		54		53	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34		33
	上层	52		51		50		49		48		47		46		45		44		43		42		41	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69		……	
槽号	下层		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23			……	
	上层	40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		……	
嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		8		7		6		5		4		3		2		1								
	上层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

（4）绕组端面布接线

如图 3-17 所示。

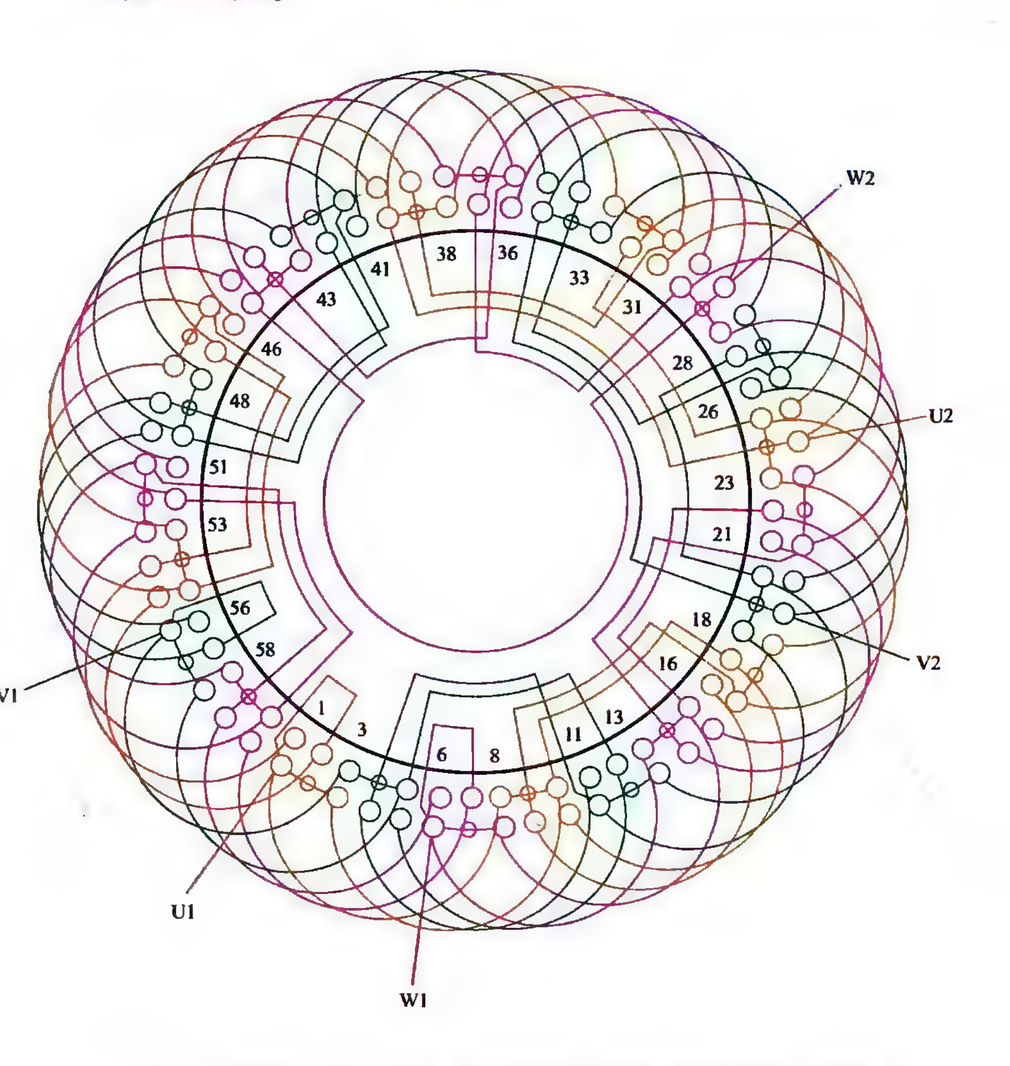


图 3-17　60 槽 8 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.2.4 60 槽 8 极（$y=7$、$a=4$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=60$　　电机极数　$2p=8$

总线圈数　$Q=60$　　线圈组数　$u=24$

每组圈数　$S=3$、2　　极相槽数　$q=2\frac{1}{2}$

绕组极距　$\tau=7\frac{1}{2}$　　线圈节距　$y=7$

并联路数　$a=4$　　每槽电角　$\alpha=24°$

分布系数　$K_d=0.957$　　节距系数　$K_p=0.995$

绕组系数　$K_{dp}=0.952$　　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组构成与上例基本相同，但每相分 4 个支路，每一支路由 3 圈组和双圈组各按反极性串联，然后将同名端分别并接构成四路并联。主要应用实例有 JO3-225S-8 及冶金起重型绕线式异步电动机 YZR-250M2-8 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 7。嵌线顺序见表 3-18。

表 3-18　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	60	59	58	57	56	55	54	53		52		51		50		49		48
	上层									60		59		58		57		56	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层		47		46		……		11		10		9		8		7		6
	上层	55		54		53	……			18		17		16		15		14	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-18 所示。

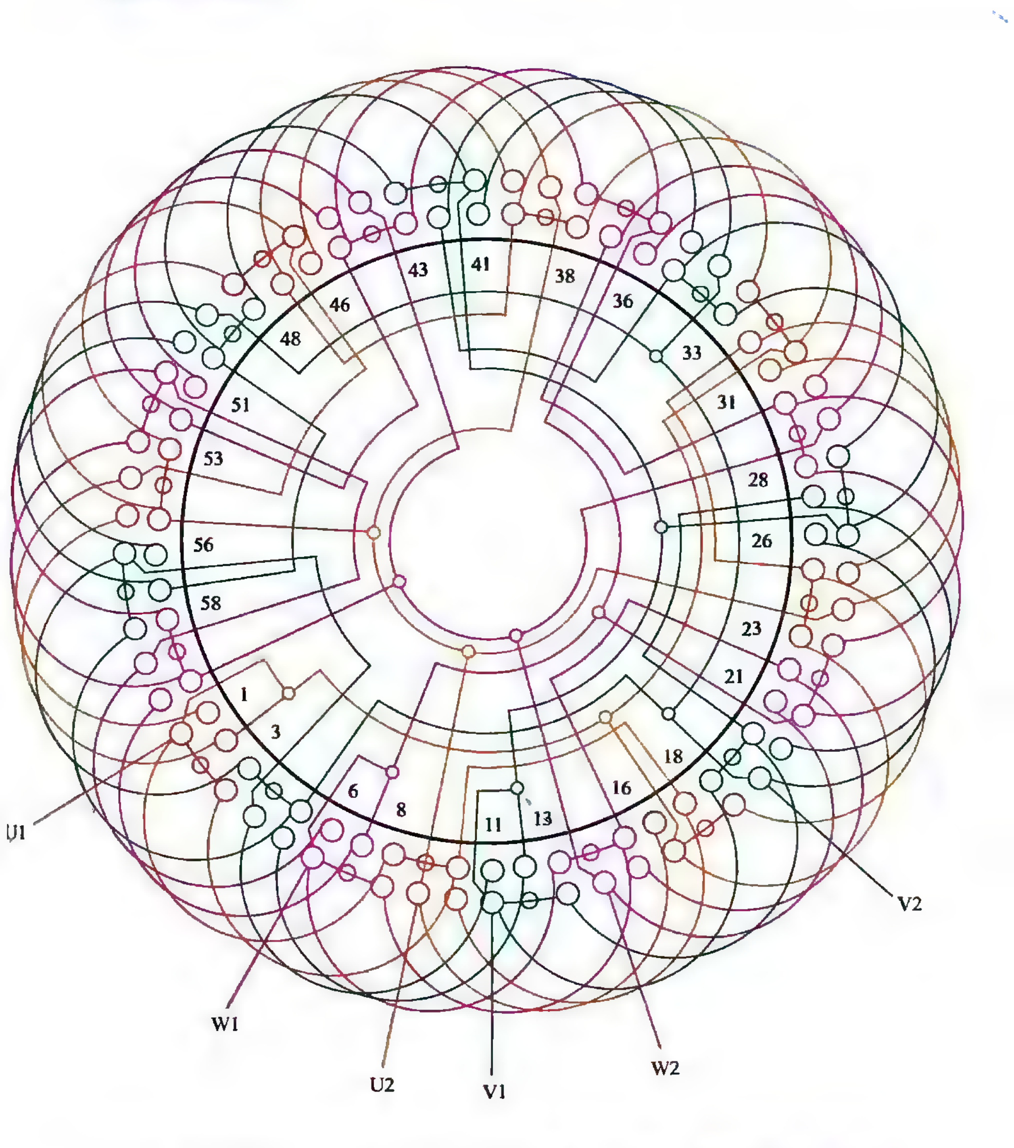


图 3-18　60 槽 8 极（$y=7$、$a=4$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.2.5 60槽8极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（非正规）布线*

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　　电机极数 $2p=8$

总线圈数 $Q=30$　　线圈组数 $u=24$

每组圈数 $S=2、1$　　极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$

绕组极距 $\tau=7\frac{1}{2}$　　线圈节距 $y=7、6$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=24°$

分布系数 $K_d=0.957$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.957$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例也是分数绕组，采用单层布线，每组由单、双圈组成。而每相8组线圈中有2组双圈和6组单圈，不同于正规交叉式的对等单双圈；而且每相6个单圈，又有两种节距，即2只大节距线圈、4只小节距线圈。此绕组属显极，同相相邻线圈组极性相反。由于采用单层布线，总线圈数较双层减少一半，其嵌绕工艺较优；但线圈组规格多却又增加了重绕的困难。此绕组未有实例，仅供参考。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为3。嵌线规律是嵌2槽退空1槽，再嵌1槽退空2槽……。嵌线顺序见表3-19。

表3-19　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	59	56		54		52		51		49		46		44		42
	浮边					3		60		57		58		55		53		50	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		41		39		36		34		32		31		29		26		24
	浮边	47		48		45		43		40		37		38		35		33	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	沉边		22		21		19		16		14		12		11		9		6
	浮边	30		27		28		25		23		20		17		18		15	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60												
槽号	沉边		4																
	浮边	13		10	7	8	5												

(4) 绕组端面布接线

如图3-19所示。

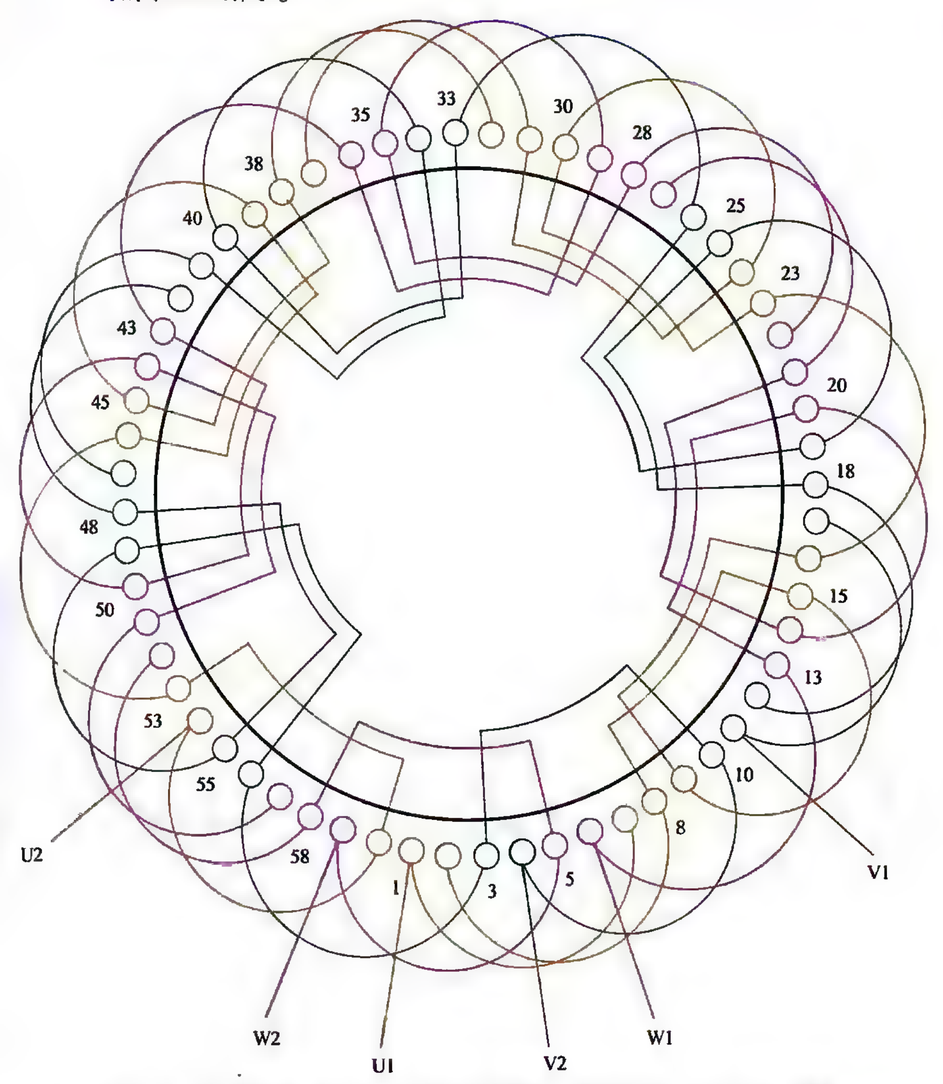


图3-19　60槽8极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（非正规）布线

注：标题解释 —本例是单层交叉式非正规布线。每槽仅有一线圈并为单层。而交叉式的每组线圈由相差1圈的大、小线圈组交替分布（如2、1、2、1等）；而本例虽然线圈组由2圈和1圈组成，但每相有6组单圈、2组双圈，无法形成2、1、2、1……交替，故称“非正规”。以下凡同此标题者同此解释。

3.2.6 60 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层交叉式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　　电机极数 $2p=8$

总线圈数 $Q=30$　　线圈组数 $u=12$

每组圈数 $S=3、2$　　极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$

绕组极距 $\tau=7\frac{1}{2}$　　线圈节距 $y=8、7$

并联路数 $a=2$　　每槽电角 $\alpha=24°$

分布系数 $K_d=0.957$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.957$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是不等距庶极布线方案。绕组由节距 $y_D=7$ 的三圈大联组和节距 $y_X=8$ 的双圈小联组构成。每相有大、小联各 2 组，分二路并联，每支路由大、小联各 1 顺串而成。国产电机常用于绕线式转子绕组，主要应用实例有 JZR51-8 转子。

(3) 绕组嵌线方法

本绕组可用两种嵌法，整嵌法构成双平面绕组，但 60 槽定子内腔大，且此绕组多用于绕线式转子，采用吊边嵌线并无困难，故下面仅介绍交叠嵌线顺序，见表 3-20。

表 3-20　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
槽号	沉边	3	2	1	57		56		53		52		51		47		46		43		42
	浮边					5		4		60		59		58		55		54		50	

嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
槽号	沉边		41		37		36		33		32		31		27		26		23		22
	浮边	49		48		45		44		40		39		38		35		34		30	

嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
槽号	沉边		21		17		16		13		12		11		7		6				
	浮边	29		28		25		24		20		19		18		15		14	10	9	8

(4) 绕组端面布接线

如图 3-20 所示。

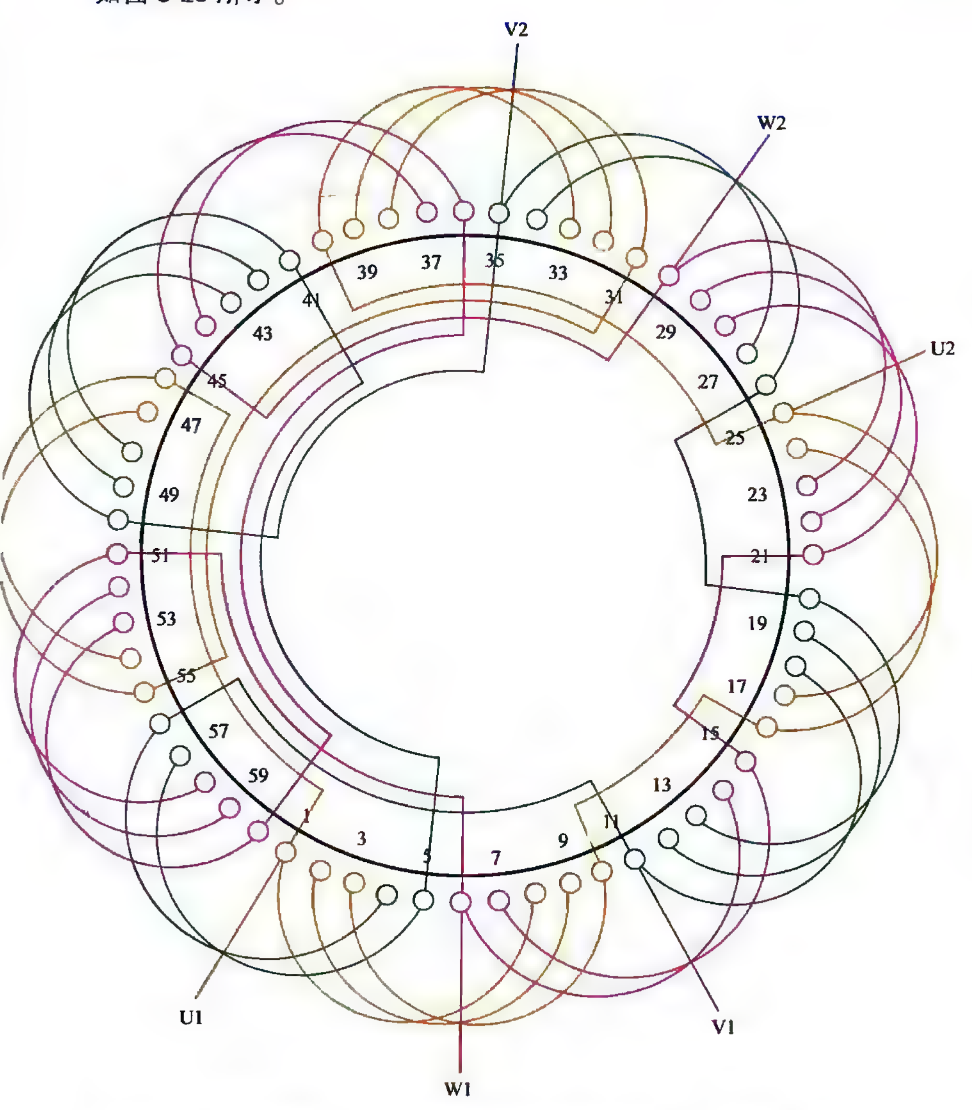


图 3-20　60 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层交叉式（庶极）布线

注：标题解释——本例每相线圈组为 3、2、3、2 交替分布，故是单层交叉式；但 8 极绕组，每相只有 4 组（等于极数的一半），所以属“庶极”布线；因此，同相相邻线圈组极性必须相同，即串联时顺向串接。以下凡单层交叉式庶极布线同此解释。

3.2.7 60槽10极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=10$　极相槽数 $q=2$　分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=60$　绕组极距 $\tau=6$　节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=30$　线圈节距 $y=5$　绕组系数 $K_{dp}=0.933$

每槽电角 $\alpha=30°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

此例为60槽10极电机的常用布接线基本形式。主要应用实例有JO2L-92-10铝绕组电动机等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，吊边数为5。嵌线顺序见表3-21。

表3-21　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	60	59	58	57	56	55		54		53		52		51		50		49		48		47		46
	上层							60		59		58		57		56		55		54		53		52	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34
	上层	51		50		49		48		47		46		45		44		43		42		41		40	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	……		
槽号	下层		33		32		31		30		29		28		27		26		25		24		……		
	上层	39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		29	……		
嵌绕次序		97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		9		8		7		6		5		4		3		2		1						
	上层	15		14		13		12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-21 所示。

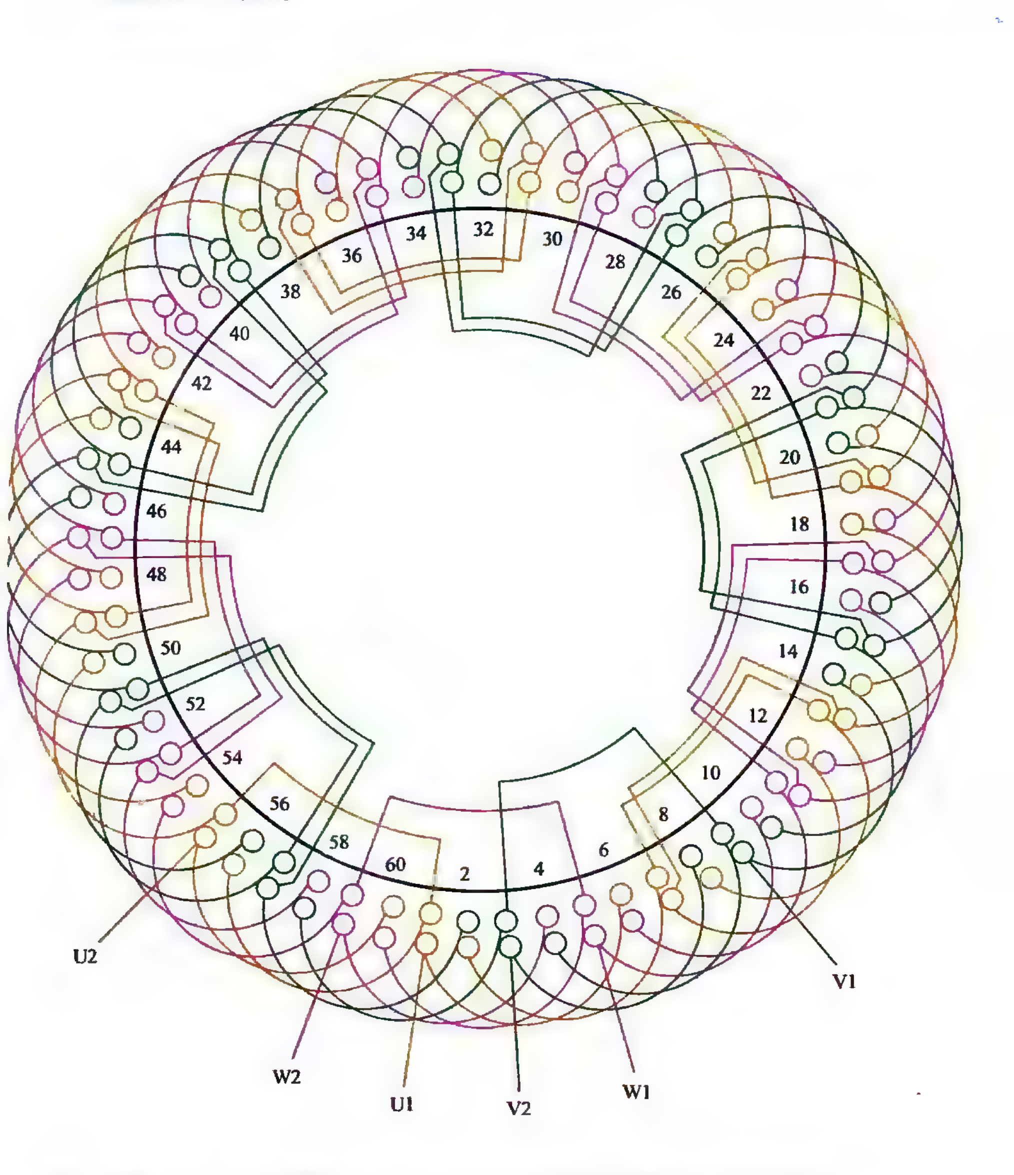


图 3-21　60 槽 10 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.2.8 60 槽 10 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=60$	每组圈数	$S=2$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=10$	极相槽数	$q=2$	分布系数	$K_d=0.966$
总线圈数	$Q=60$	绕组极距	$\tau=6$	节距系数	$K_p=0.966$
线圈组数	$u=30$	线圈节距	$y=5$	绕组系数	$K_{dp}=0.933$
每槽电角	$\alpha=30°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组是由上例基本形式改变接线而成，并联支路数为 2，每一支路由 5 个双联组按相邻反极性串联接线。主要应用实例有 JO2-82-10 及铝绕组电动机 JO2L-81-10 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 5。嵌线顺序见表 3-22。

表 3-22 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	60	59	58	57		56		55		54		53		52		51
	上层							2		1		60		59		58		57	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		95	96	97	98	99	100	101	102
槽号	下层		50		49		48			……			12		11		10		9
	上层	56		55		54		53		……		18		17		16		15	
嵌绕次序		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号	下层		8		7		6		5		4		3						
	上层	14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3

(4) 绕组端面布接线

如图 3-22 所示。

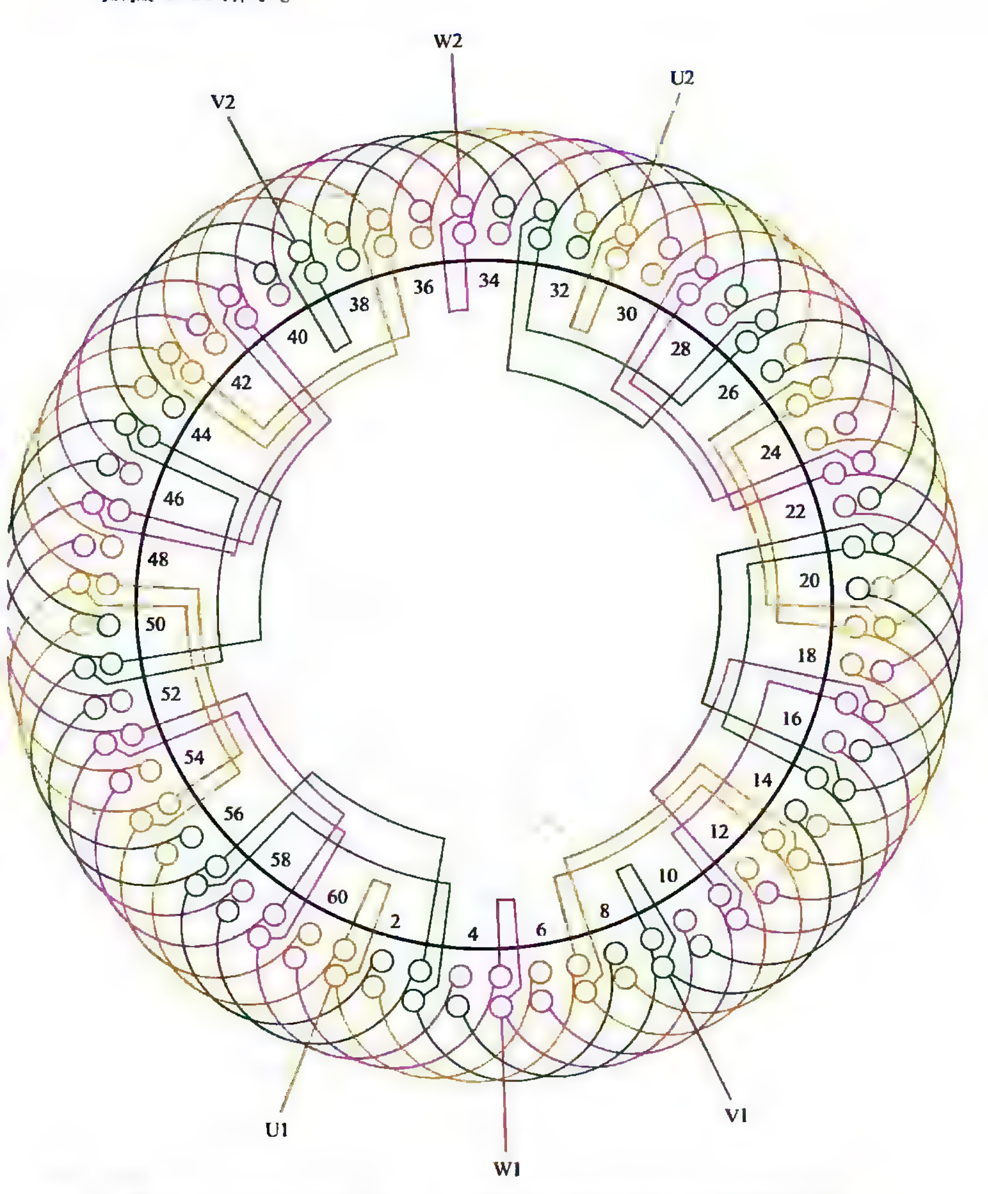


图 3-22　60 槽 10 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.2.9 60 槽 10 极（$y=5$、$a=5$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=60$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=5$

电机极数 $2p=10$　极相槽数 $q=2$　分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=60$　绕组极距 $\tau=6$　节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=30$　线圈节距 $y=5$　绕组系数 $K_{dp}=0.933$

每槽电角 $\alpha=30°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组布线与上例同，但采用五路并联，每支路由相邻两组线圈反极性串联而成。此绕组是 10 极电动机中应用较多的形式，实例有 JO2-91-10、JO2-92-10，铝绕组电动机 JO2L-82-10 及冶金起重型电动机 YZR-280S-10、YZR-280M-10 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 5。嵌线顺序见表 3-23。

表 3-23　交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号 下层	60	59	58	57	56	55		54		53		52		51		50		49
槽号 上层							60		59		58		57		56		55	
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25		……		95	96	97	98	99	100	101	102
槽号 下层		48		47		46			……			10		9		8		7
槽号 上层	54		53		52		51		……		16		15		14		13	
嵌绕次序	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
槽号 下层		6		5		4		3		2		1						
槽号 上层	12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-23 所示。

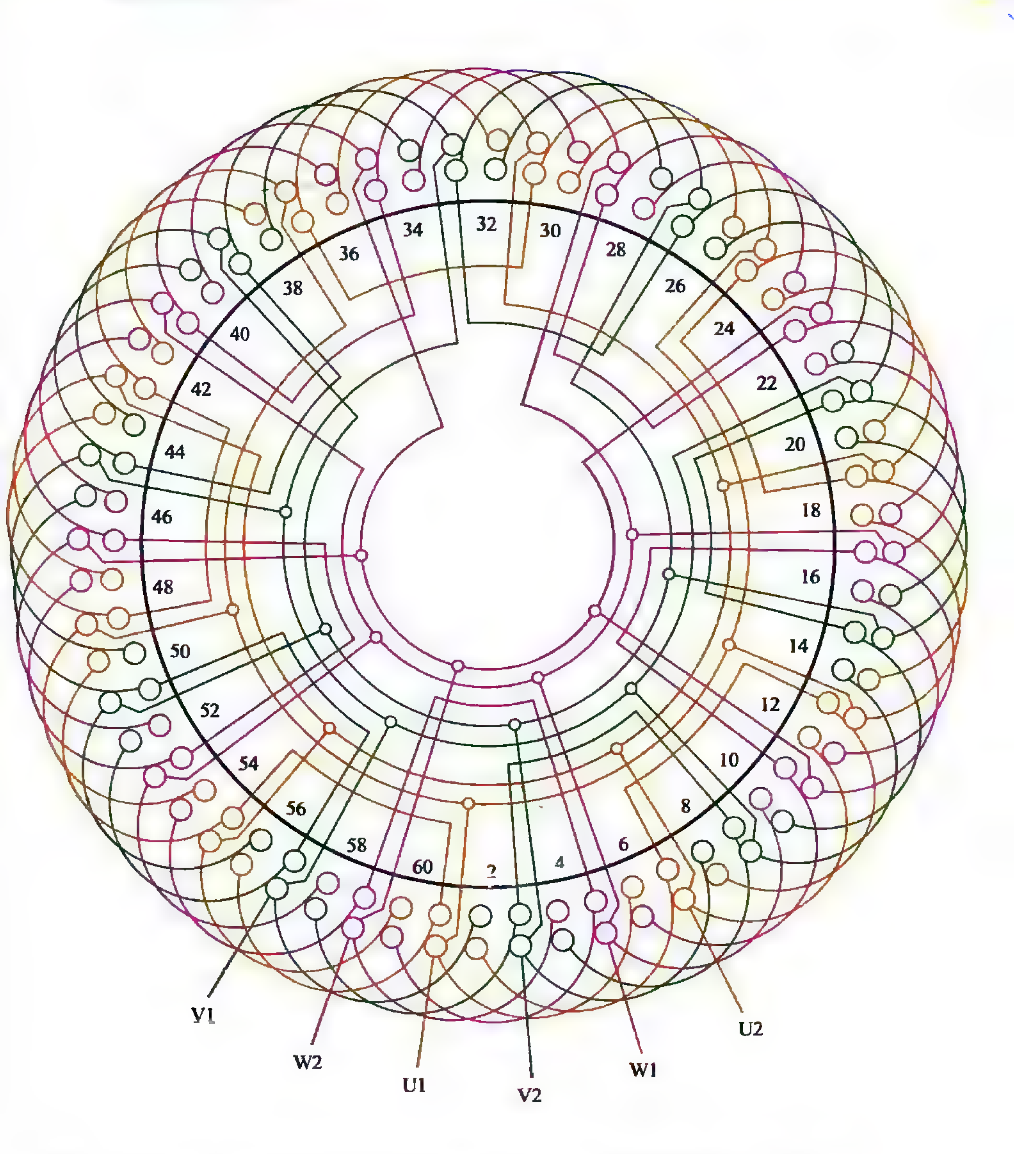


图 3-23　60 槽 10 极（$y=5$、$a=5$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.2.10　60槽10极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=60$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=10$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$y=6$

总线圈数　$Q=30$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=15$　每槽电角　$\alpha=30°$　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用庶极布线，每组由交叠双圈组成，并用5组线圈按顺接串联构成10极的一相绕组。三相接线相同，故具有接线简单、嵌绕方便等特点。此绕组实际应用不多，主要适用于交流绕线式转子。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可采用交叠法或隔组整嵌法。隔组整嵌无需吊边，工艺较简单；交叠法则要吊起两边，嵌线时先嵌入两槽、退空出两槽后再嵌入两槽，并循此进行，最后把吊边嵌入相应槽内，则嵌线完成。嵌线顺序见表3-24。

表3-24　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	58		57		54		53		50		49		46		45	
	浮边				4		3		60		59		56		55		52		51
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
槽号	沉边	42		41		38	……			10		9		6		5			
	浮边		48		47		……				16		15		12		11	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 3-24 所示。

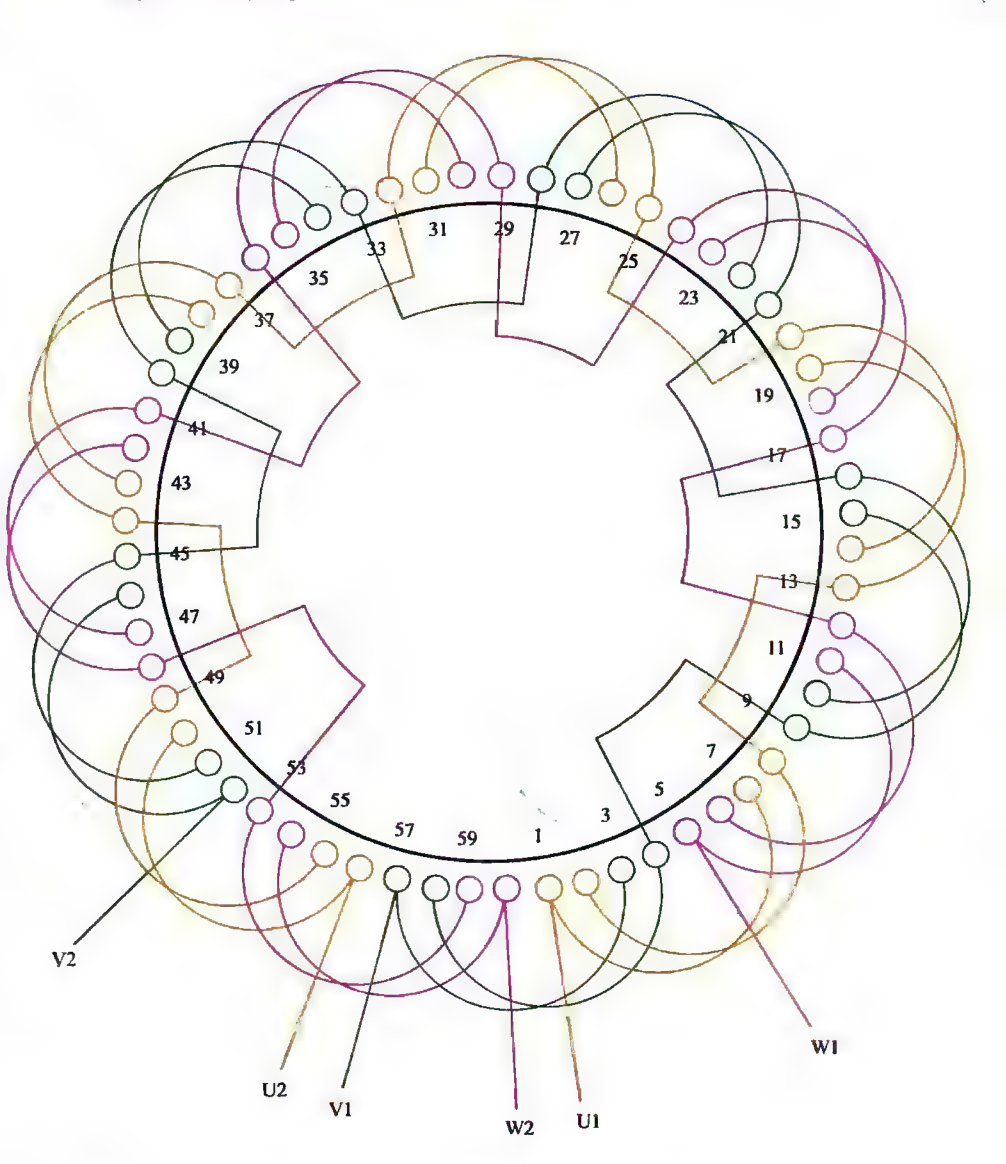


图 3-24　60 槽 10 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

3.2.11 60 槽 10 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式布线*

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=60$	每组圈数	$S=1$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=10$	极相槽数	$q=2$	线圈节距	$y=5$
总线圈数	$Q=30$	绕组极距	$\tau=6$	绕组系数	$K_{dp}=0.966$
线圈组数	$u=30$	每槽电角	$\alpha=30°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是显极布线，每极相两槽分属于两个反折安排的两个线圈边，每相由 10 只线圈串联而成，但同相相邻线圈的极性必须相反。此绕组采用一路接法，目前实际应用较少，曾见于国外电机绕线型电动机的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组可采用整嵌法或交叠法嵌线，但整嵌是逐相嵌入。最后构成三平面绕组，虽然不用吊边，便于嵌线，但端部不美观，且动平衡效果较差，故通常不用整嵌法嵌线。交叠嵌线则需吊起两边，嵌入 1 槽空出 1 槽，再嵌入 1 槽，再空出 1 槽，按此规律将全部线圈嵌入，嵌线顺序见表 3-25。

表 3-25 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	59	57	55		53		51		49		47		45		43		41	
	浮边				60		58		56		54		52		50		18		46
嵌绕次序		19	20	21	22	……			50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
槽号	沉边	39		37		……				7		5		3		1			
	浮边		44		42	……			14		12		10		8		6	4	2

(4) 绕组端面布接线

如图 3-25 所示。

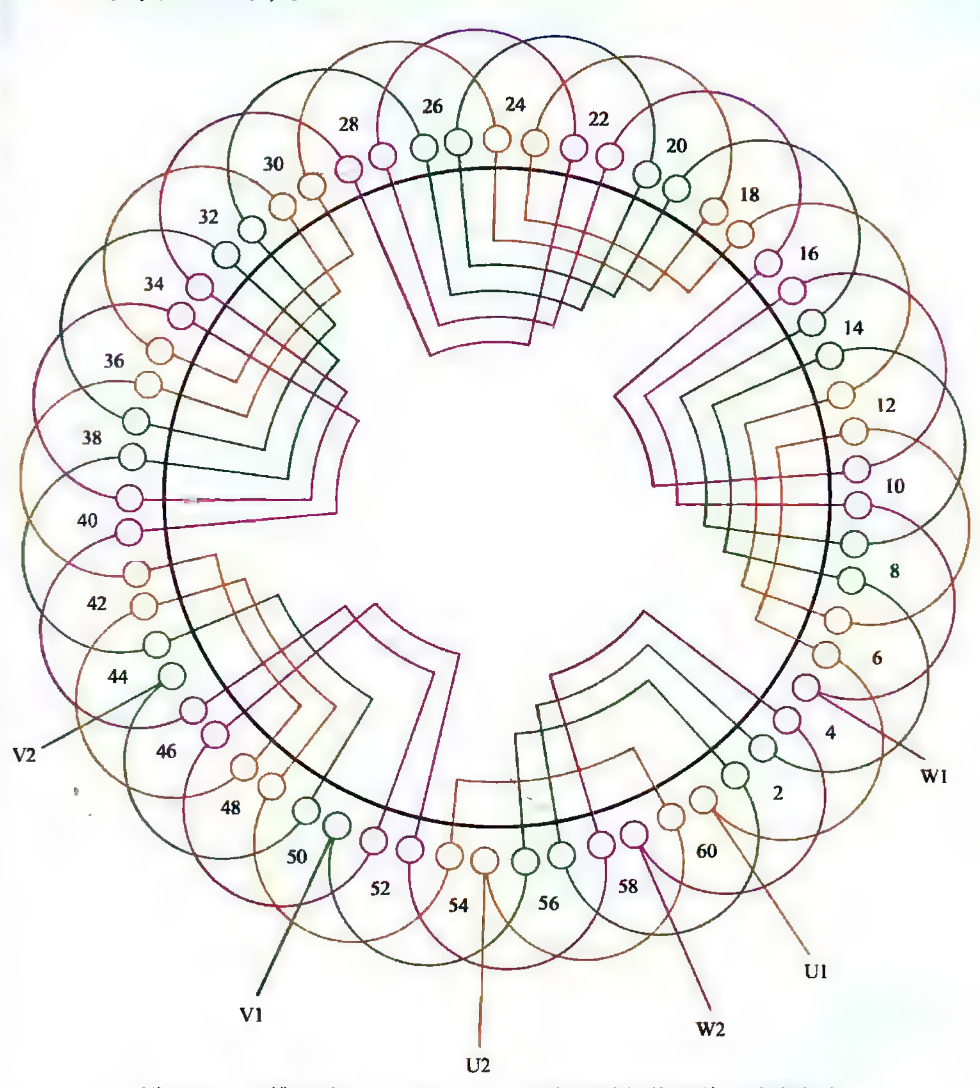


图 3-25　60 槽 10 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式布线

注：标题解释——本例是单层链式布线，是单链布线的常规型式（单链庶极布线见例 2.1.8）。单层链式主要结构特征是：$S=1$，即每组只有一只线圈，而且极相槽数必须为 2，即 $q=2$。由于它不是庶极，所以每相线圈（组）数等于极数。如本例 10 极则每相由 10 只（组）线圈构成，并按相邻反极性（一正一反）连接。以下凡单层链式布线均同此解释。

3.3 54 槽系列 4、6极电动机绕组端面布接线图

本节是 54 槽 4、6 极电机，其铁芯仍属中型系列，故其绕组主要采用双层叠式布线，但有 2 例单层绕组，用于绕线式转子绕组。由于质量惯性仍较大，54 槽不宜制成转速高的 2 极电机，而 4 极绕组也仅见一例。然而，60 槽绕制的 6 极绕组并不能满足三相完全对称，并非型谱规格，所以，为了填补中型电机品种而选用 54 槽铁芯作为 6 极的中型规格。

本节收入布接线图 15 例，其中 4 极绕组 1 例，其余是 6 极绕组。

3.3.1 54 槽 4 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	电机极数	$2p=4$
总线圈数	$Q=54$	线圈组数	$u=12$
每组圈数	$S=5$、4	极相槽数	$q=4\frac{1}{2}$
绕组极距	$\tau=13\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=7$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=13.33°$
分布系数	$K_d=0.955$	节距系数	$K_p=0.727$
绕组系数	$K_{dp}=0.695$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例为分数绕组，每组由五联组和四联组组成，而每相有五联和四联各两组交替分布。本例是二路接线，故每一支路由一五联组和四联组按相邻反极性串联而成；最后把两个支路的首、尾分别并联后出线。由于 54 槽定子属中型电机，质量惯性较大，一般不太适宜绕制较高转速的电机，故 54 槽 4 极电动机极为罕见，仅在国产老系列中查得二例。主要应用实例有 J1-61-4 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7，嵌线顺序见表 3-26。

表 3-26　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45		44		43		42
	上层									54		53		52		51		50	

续表

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		41		40		39		38	……		9		8		7		6
	上层	49		48		47		46		……	17		16		15		14	

嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-26 所示。

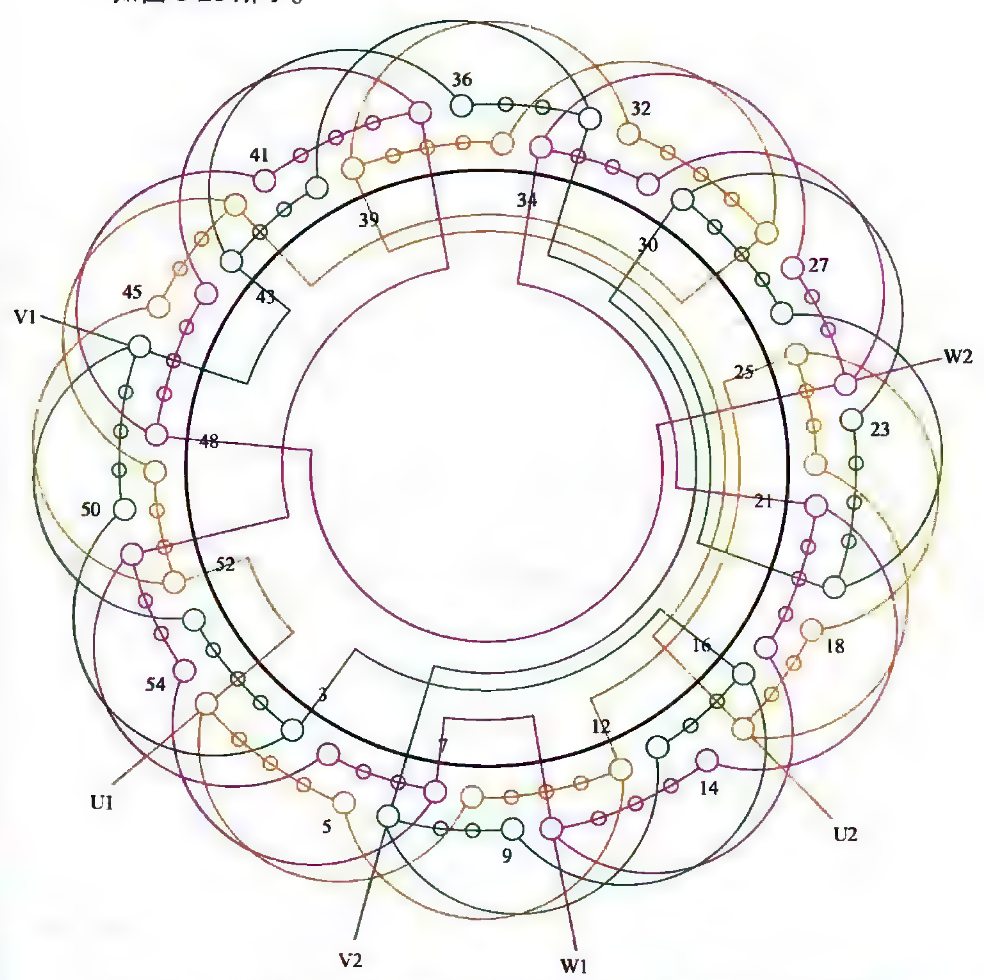


图 3-26　54 槽 4 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.3.2 54 槽 6 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	电机极数	$2p=6$
总线圈数	$Q=54$	线圈组数	$u=18$
每组圈数	$S=3$	极相槽数	$q=3$
绕组极距	$\tau=9$	线圈节距	$y=7$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=20°$
分布系数	$K_d=0.96$	节距系数	$K_p=0.94$
绕组系数	$K_{dp}=0.902$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

54 槽多属中型电机定子，采用一路串联时较少用于低压电机，所以此规格电动机不常见，仅在老系列中查得数例。主要应用实例有 J-52-6 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 7。嵌线顺序见表 3-27。

表 3-27 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45		44		43		42
	上层									54		53		52		51		50	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		41		40		……		11		10		9		8		7		6
	上层	49		48		47	……			18		17		16		15		14	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-27 所示。

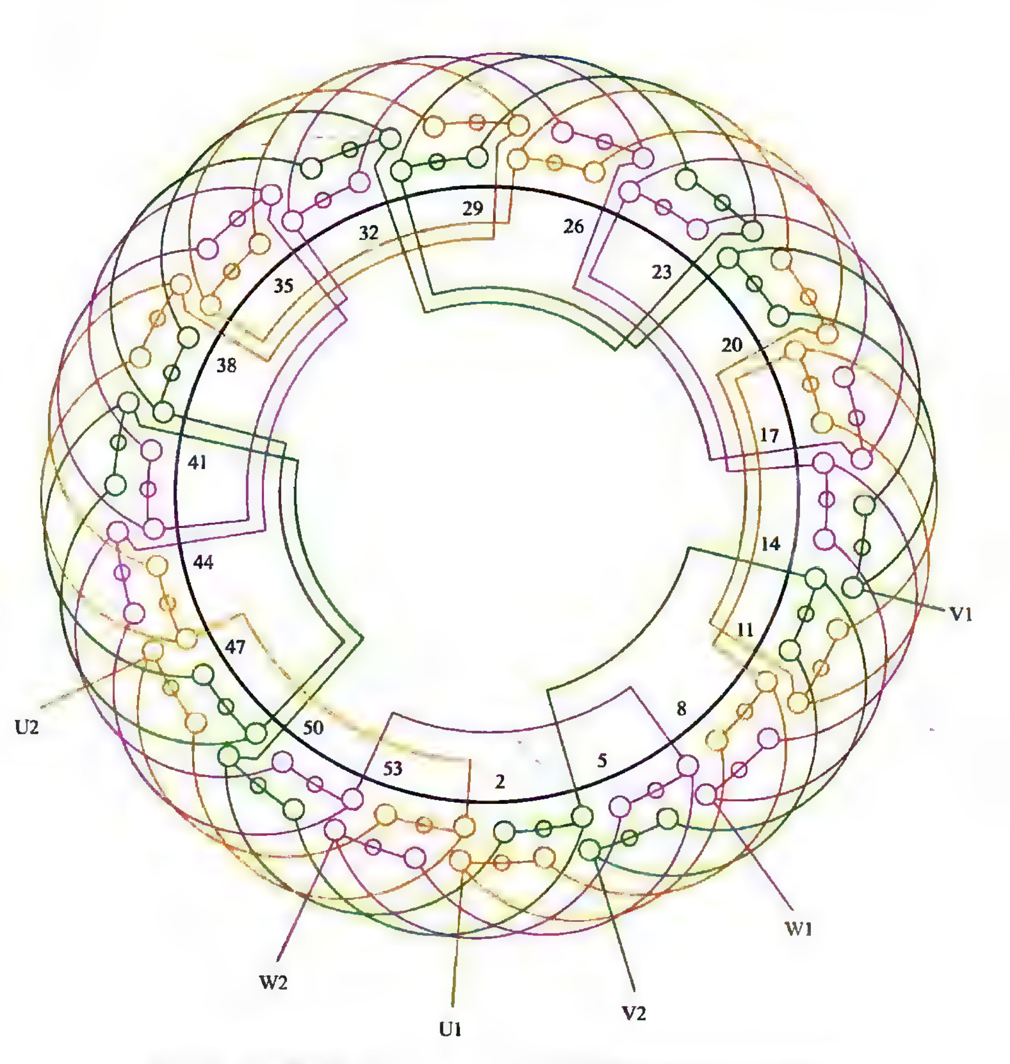


图 3-27　54 槽 6 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.3.3 54槽6极（$y=7$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	每组圈数	$S=3$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=3$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=54$	绕组极距	$\tau=9$	节距系数	$K_p=0.94$
线圈组数	$u=18$	线圈节距	$y=7$	绕组系数	$K_{dp}=0.902$
每槽电角	$\alpha=20°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用二路并联，接线时，在进线槽分左右两路走线，每路有3个线圈组，按同相相邻极性相反的原则接线。此绕组主要应用于小容量水轮发电机电枢，实例有TSWN36.8/12.6-6、TSN36.8/12.6-6；还有JO1-73-6等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见表3-28。

表3-28 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	54	53	52	51	50		49		48		47		46		45
	上层									3		2		1		54		53	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		44		43		……				13		12		11		10		9
	上层	52		51		50	……			21		20		19		18		17	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		8		7		6		5		4								
	上层	16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 3-28 所示。

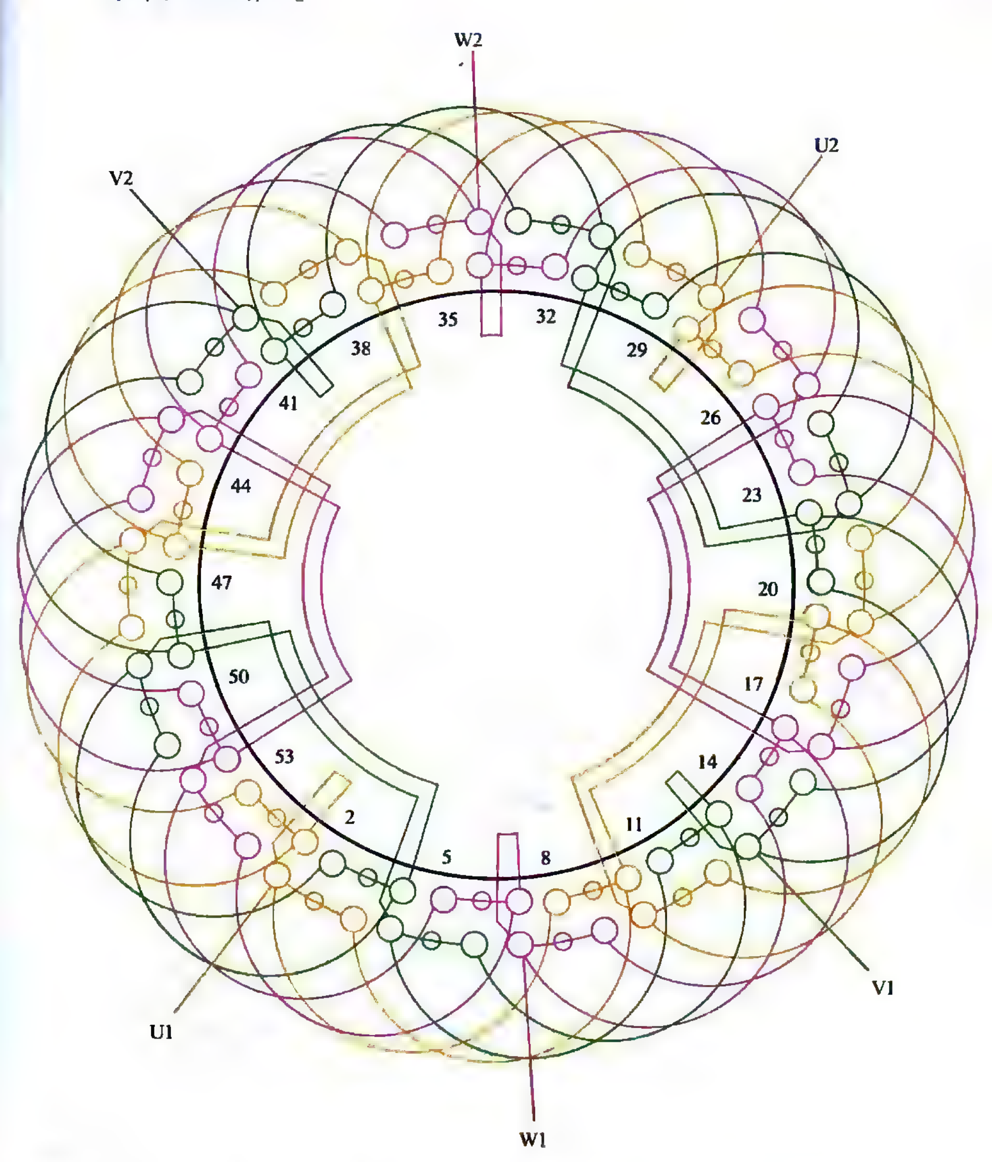


图 3-28　54 槽 6 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.3.4 54槽6极（$y=7$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=54$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=3$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=54$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=0.94$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $y=7$ 绕组系数 $K_{dp}=0.902$

每槽电角 $\alpha=20°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用三路并联，每一支路由正、反两线圈组串联而成，并采用短跳连接。主要应用实例有 J71-6、J72-6 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 3-29。

表 3-29 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45		44		43		42
	上层									54		53		52		51		50	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	……			82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		41		40		39	……			10		9		8		7		6
	上层	49		48		47		……				17		16		15		14	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-29 所示。

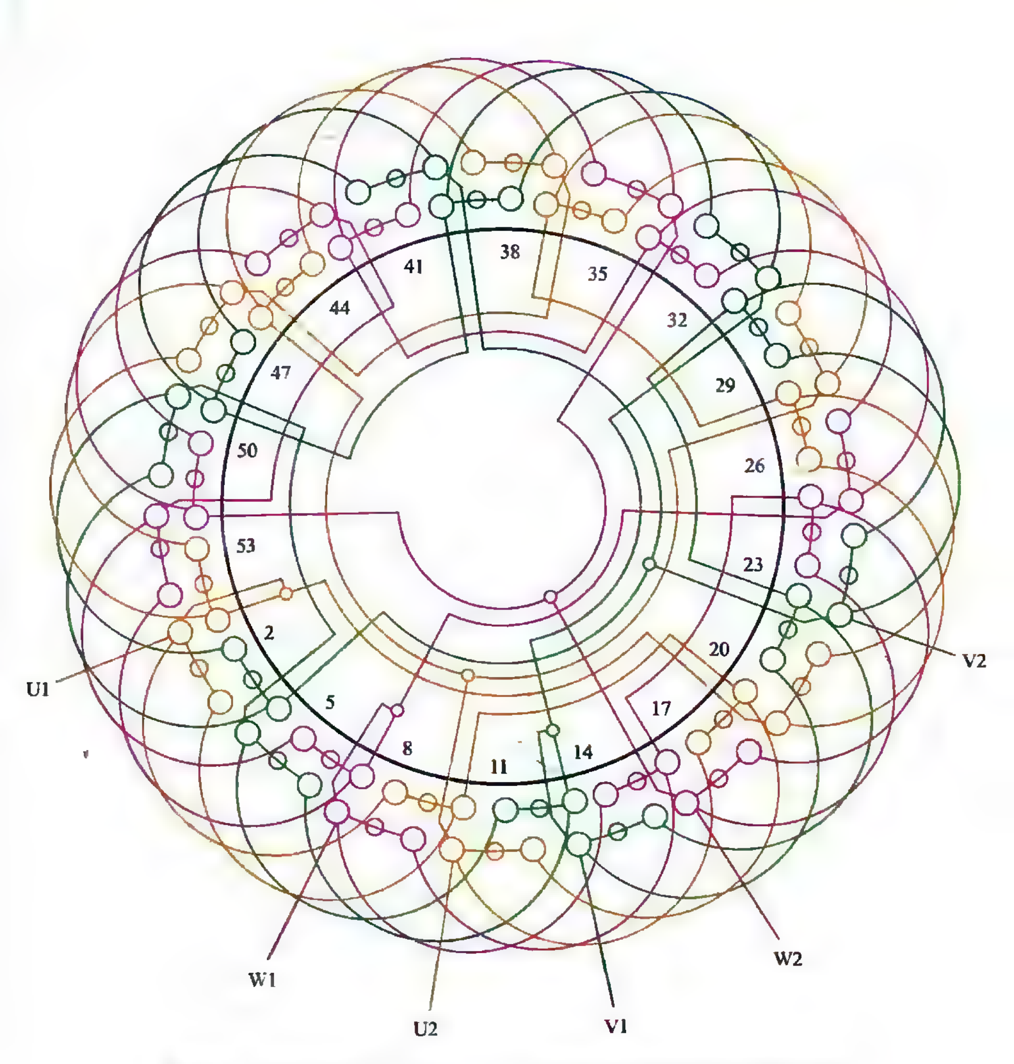


图 3-29　54 槽 6 极（$y=7$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.3.5 54槽6极（$y=7$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=54$　　电机极数 $2p=6$

总线圈数 $Q=54$　　线圈组数 $u=18$

每组圈数 $S=3$　　极相槽数 $q=3$

绕组极距 $\tau=9$　　线圈节距 $y=7$

并联路数 $a=6$　　每槽电角 $\alpha=20°$

分布系数 $K_d=0.96$　　节距系数 $K_p=0.94$

绕组系数 $K_{dp}=0.902$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是六路并联，每支路由一组线圈构成，并按同相相邻反极性并联，最后把每支路的首、尾端分别连接后出线。本例实际应用不多，仅见用于老系列 JO2-61-6。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 3-30。

表 3-30 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47		46		45		44		43		42
	上层									54		53		52		51		50	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		41		40		39		38	……			9		8		7		6
	上层	49		48		47		46		……		17		16		15		14	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-30 所示。

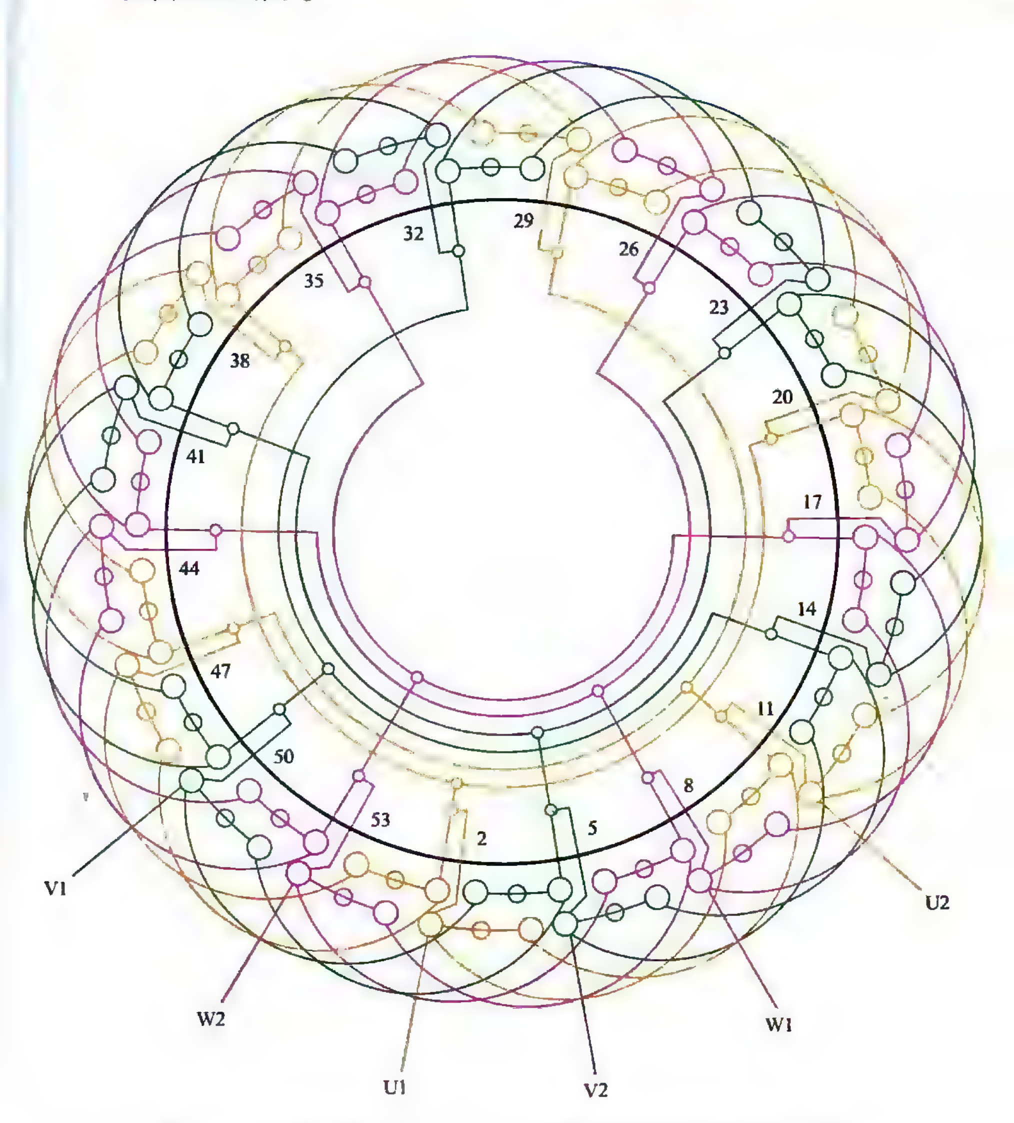


图 3-30　54 槽 6 极（$y=7$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.3.6 54 槽 6 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	每组圈数	$S=3$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=3$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=54$	绕组极距	$\tau=9$	节距系数	$K_p=0.985$
线圈组数	$u=18$	线圈节距	$y=8$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$
每槽电角	$\alpha=20°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

此方案采用一路串联，常以多根导线并绕，故使线圈绕制较耗工时，但绕组系数较高，是交流电动机的基本布线型式之一。主要应用实例有 Y-160M-6、JO4-71-6 等。

（3）绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见表 3-31。

表 3-31 交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
槽号 下层	54	53	52	51	50	49	48	47	46		45		44		43		42		41		40	
槽号 上层										54		53		52		51		50		49		48
嵌绕次序	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
槽号 下层	39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		29	
槽号 上层		47		46		45		44		43		42		41		40		39		38		37
嵌绕次序	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	……		
槽号 下层	28		27		26		25		24		23		22		21		20		19	……		
槽号 上层		36		35		34		33		32		31		30		29		28		……		
嵌绕次序	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108		
槽号 下层	6		5		4		3		2		1											
槽号 上层		14		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1		

(4) 绕组端面布接线

如图 3-31 所示。

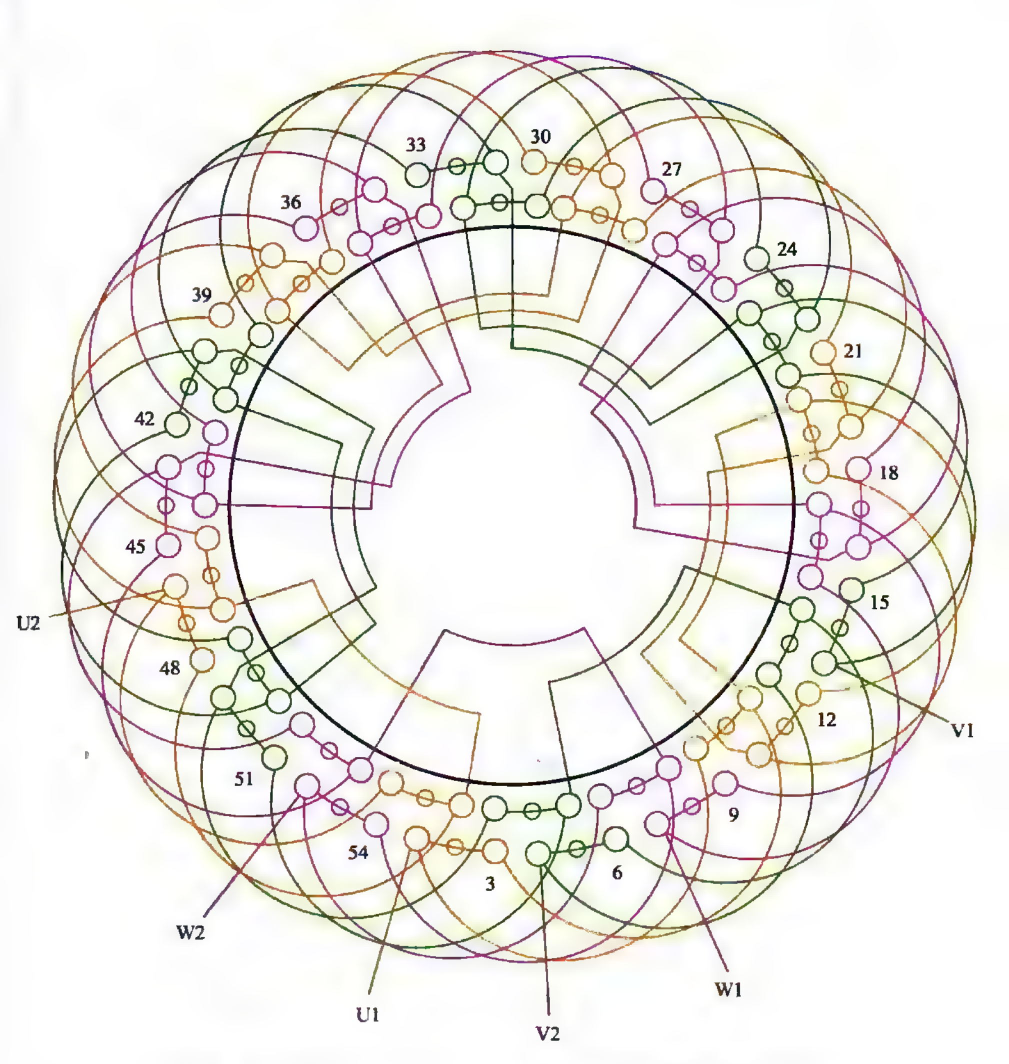


图 3-31　54 槽 6 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.3.7 54 槽 6 极（$y=8$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=54$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=54$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=18$　线圈节距 $y=8$　绕组系数 $K_{dp}=0.946$

每槽电角 $\alpha=20°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组基本同上例，但采用二路并联接线，是低压电动机最常用的布线接线型式之一。此绕组应用较广，实例有 Y-180L-6，绕线式电动机 YR-225M2-6，小容量水轮发电机 TSN42.3/19-6、TSWN42.3/25-6 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见表 3-32。

表 3-32　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	54	53	52	51	50	49		48		47		46		45	
	上层										3		2		1		54		53
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24		……		82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	44		43		42			……			12		11		10		9	
	上层		52		51		50		……		21		20		19		18		17
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 3-32 所示。

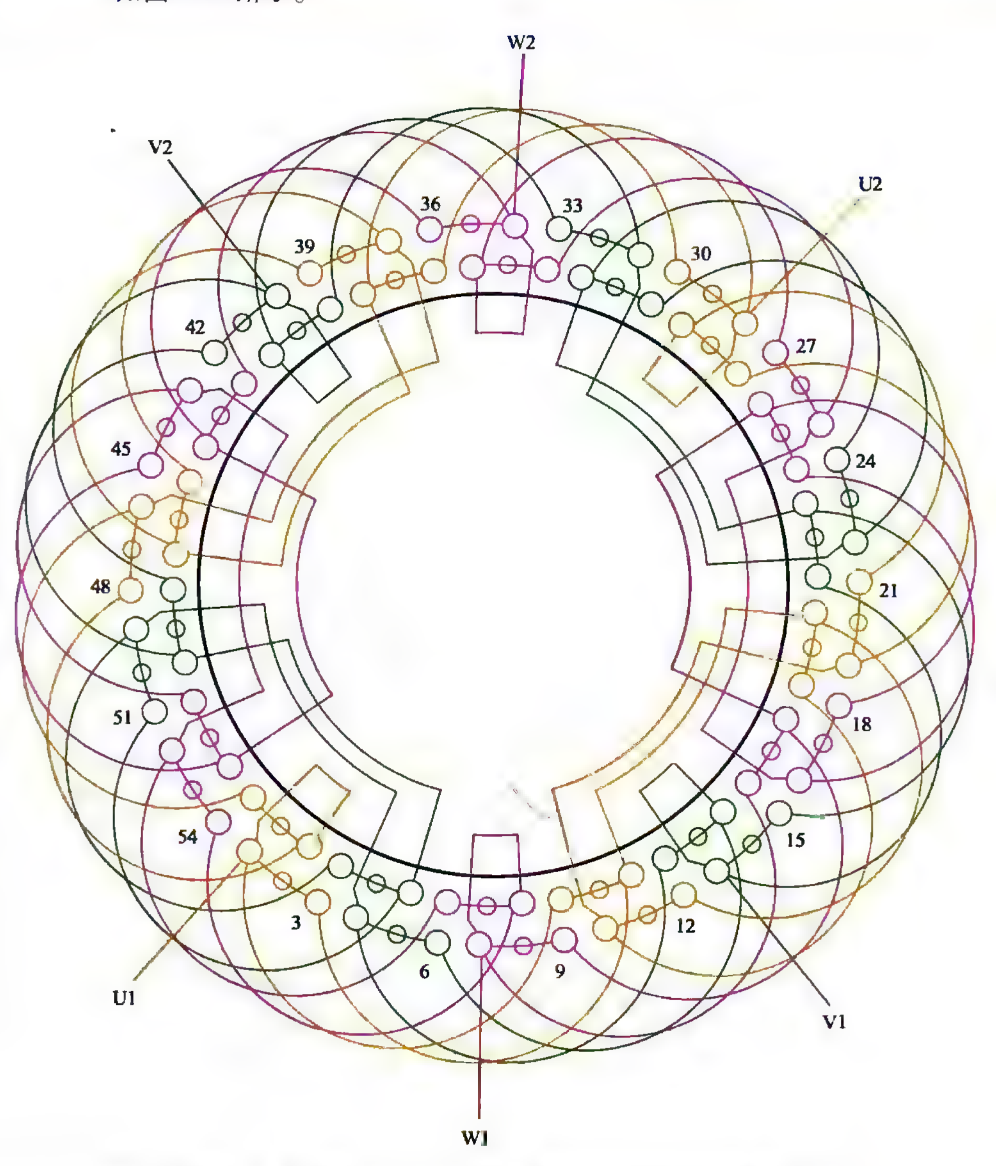


图 3-32　54 槽 6 极（$y=8$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.3.8　54 槽 6 极（$y=8$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=54$　每组圈数　$S=3$　并联路数　$a=3$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=3$　分布系数　$K_d=0.96$

总线圈数　$Q=54$　绕组极距　$\tau=9$　节距系数　$K_p=0.985$

线圈组数　$u=18$　线圈节距　$y=8$　绕组系数　$K_{dp}=0.946$

每槽电角　$\alpha=20°$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是三路并联接线，每一支路由正反两线圈组构成。主要应用实例有铝绕组异步电动机 JO2L-62-6 及高效率电动机 YX-180L-6 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见表 3-33。

表 3-33　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	9	8	7	6	5	4	3	2	1		54		53		52		51	
	上层										9		8		7		6		5
嵌绕次序		19	20	21	22	23		……		81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	50		49		48		……		19		18		17		16		15	
	上层		4		3			……			27		26		25		24		23
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	14		13		12		11		10									
	上层		22		21		20		19		18	17	16	15	14	13	12	11	10

(4) 绕组端面布接线

如图 3-33 所示。

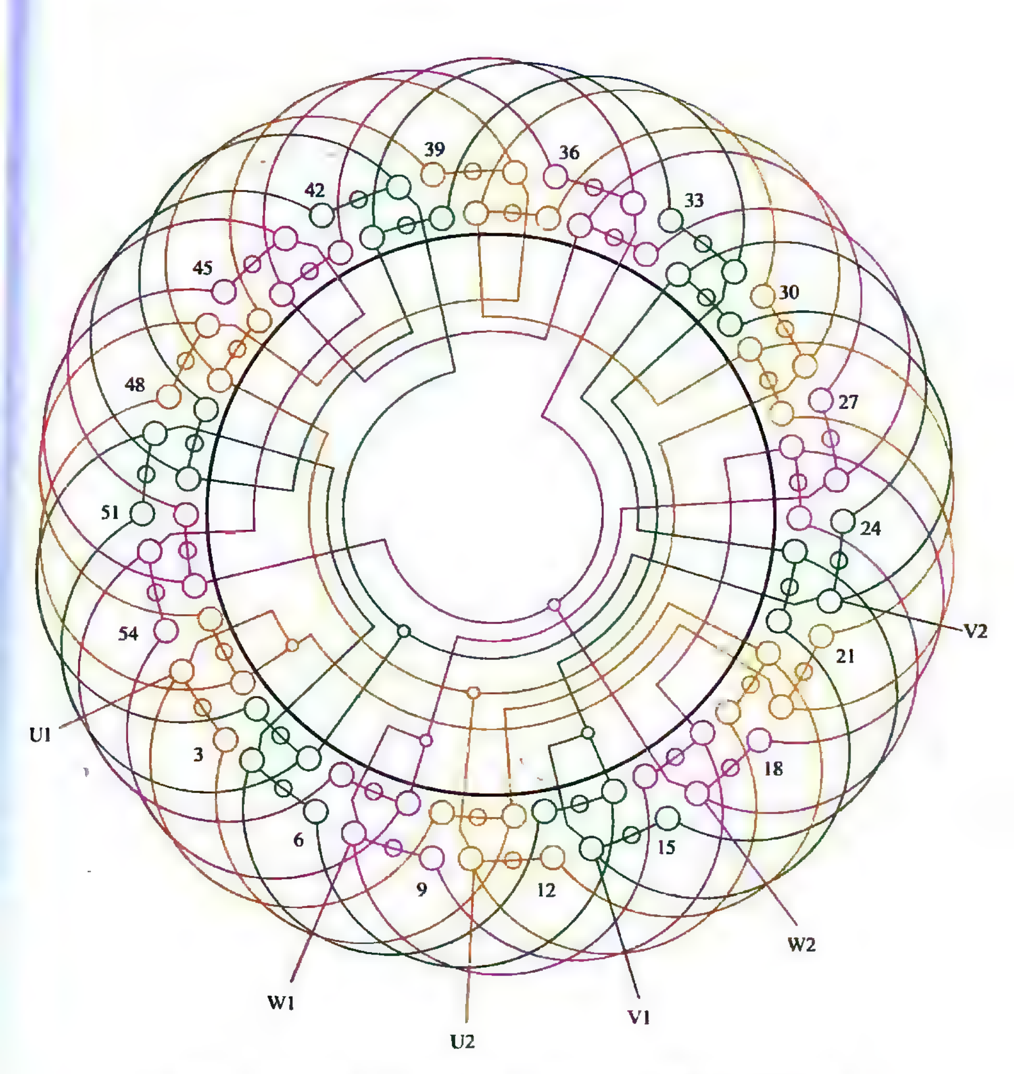


图 3-33　54 槽 6 极（$y=8$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.3.9 54 槽 6 极（$y=8$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	每组圈数	$S=3$	并联路数	$a=6$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=3$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=54$	绕组极距	$\tau=9$	节距系数	$K_p=0.985$
线圈组数	$u=18$	线圈节距	$y=8$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$
每槽电角	$\alpha=20°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用六路并联，每一支路只有一组线圈，并按同相相邻组间反极性并联。主要应用实例有 JO-82-6 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 8。嵌线顺序见表 3-34。

表 3-34 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47	46		45		44		43		42	
	上层										54		53		52		51		50
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	······			82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	41		40		39		······				9		8		7		6	
	上层		49		48		47	······			18		17		16		15		14
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图3-34所示

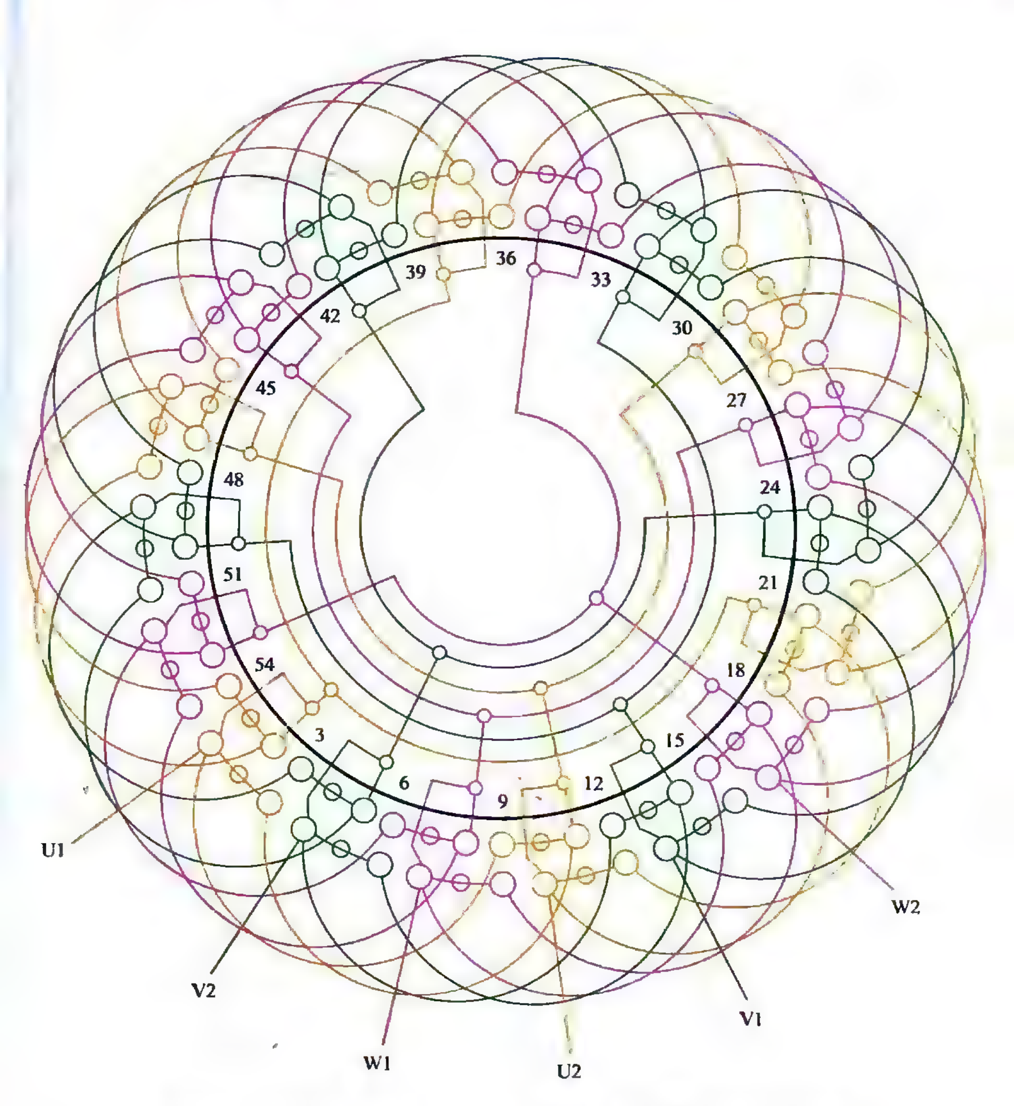


图 3-34　54 槽 6 极（$y=8$、$a=6$）三相电动机绕组双层叠式布线

3.3.10 54 槽 6 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=54$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=54$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=1.0$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $y=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.96$

每槽电角 $\alpha=20°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用一路串联接线，每相 6 个线圈组按相邻反向串接。线圈选用全距，在电动机定子中极少应用，但在发电机定子和电动机转子中较多见。主要应用于绕线式电动机转子绕组，实例有进口设备电动机 AK-51/6 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见表 3-35。

表 3-35 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	54	53	52	51	50	49	48		47		46		45		44
	上层											3		2		1		54	
嵌绕次序		19	20	21	22	23		······		81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		43		42			······			12		11		10		9		8
	上层	53		52		51		······		22		21		20		19		18	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		7		6		5		4										
	上层	17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 3-35 所示。

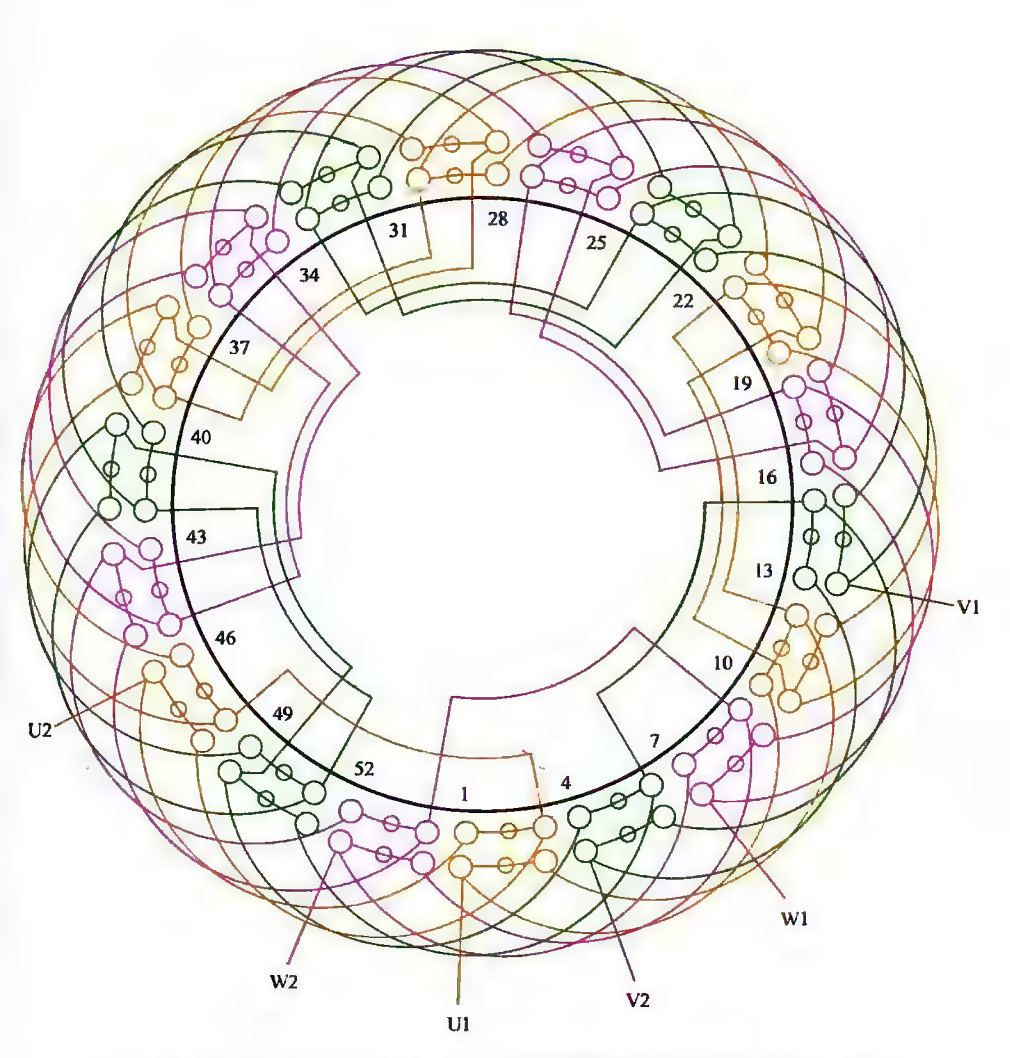


图 3-35　54 槽 6 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

3.3.11 54槽6极（$y=9$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	电机极数	$2p=6$
总线圈数	$Q=54$	线圈组数	$u=18$
每组圈数	$S=3$	极相槽数	$q=3$
绕组极距	$\tau=9$	线圈节距	$y=9$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=20°$
分布系数	$K_d=0.96$	节距系数	$K_p=1.0$
绕组系数	$K_{dp}=0.96$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由3圈组构成，每相6组线圈，分两个支路，故每一支路有3组线圈，采用长跳接线，即一相进线后分左右两路走线，如右路将隔组同极性线圈组顺向串联；左路也同样隔组将另一极性线圈组同向串联，然后把尾线并接后出尾线。本例是整距绕组，一般不宜用于定子电枢。应用实例有JR115-6的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为9。嵌线顺序见表3-36。

表3-36 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45		44		43		42		41
	上层											54		53		52		51	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		19		39		……		10		9		8		7		6		5
	上层	50		49		18	……			19		18		17		16		15	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		4		3		2		1										
	上层	14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-36 所示。

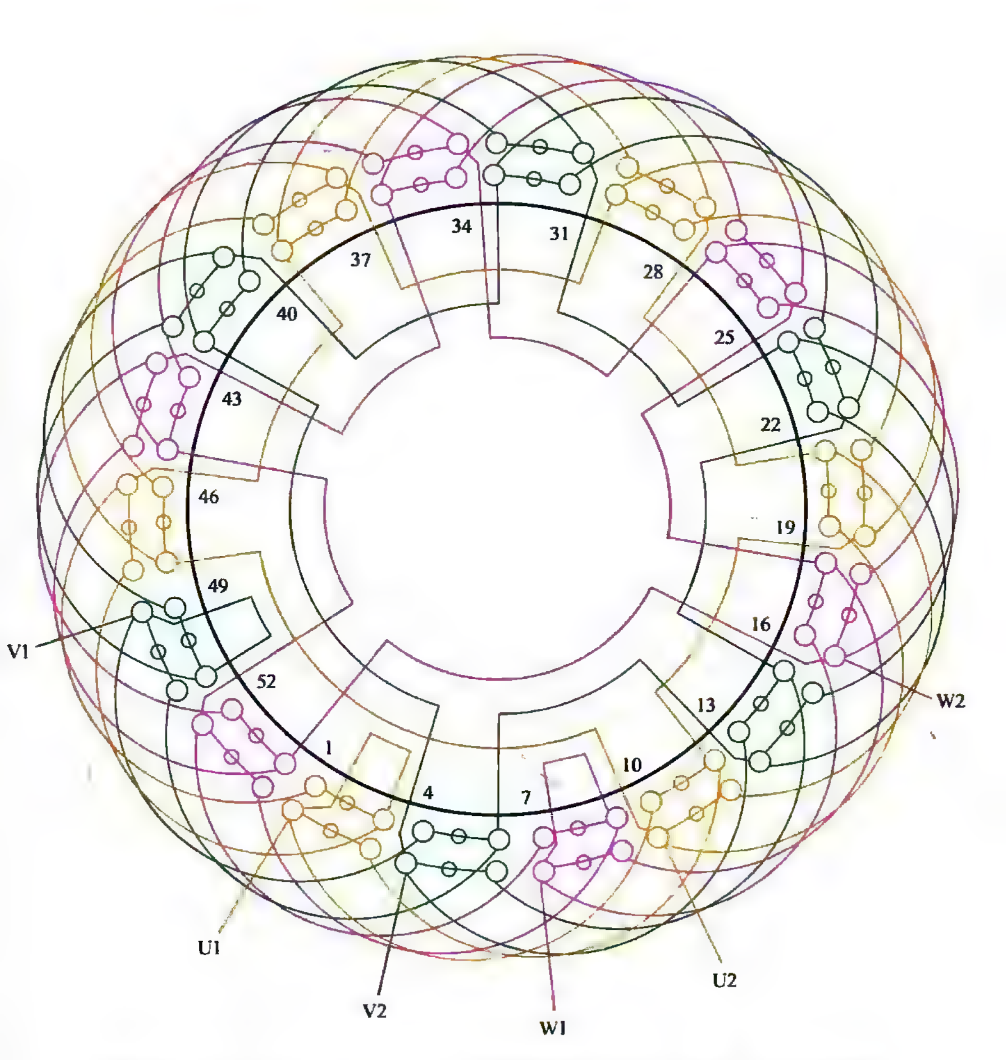


图 3-36　54 槽 6 极（$y=9$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

3.3.12　54 槽 6 极（$y=9$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=54$　电机极数　$2p=6$　总线圈数　$Q=54$

线圈组数　$u=18$　每组圈数　$S=3$　极相槽数　$q=3$

绕组极距　$\tau=9$　线圈节距　$y=9$　并联路数　$a=3$

每槽电角　$\alpha=20°$　分布系数　$K_d=0.96$　节距系数　$K_p=1.0$

绕组系数　$K_{dp}=0.96$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组每相由 6 组线圈组成，并分三个支路，即每支路由相邻两组线圈反极性串联而成。本例是整距绕组，即线圈采用节距等于极距，所以常用于转子绕组。主要应用实例有 YZR2-280S1-6 转子、JRO2-91-6 转子等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见表 3-37。

表 3-37　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	54	53	52	51	50	49	48		47		46		45		44
	上层											3		2		1		54	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……			83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		43		42		41		……				11		10		9		8
	上层	53		52		51		50	……			21		20		19		18	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		7		6		5		4										
	上层	17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 3-37 所示。

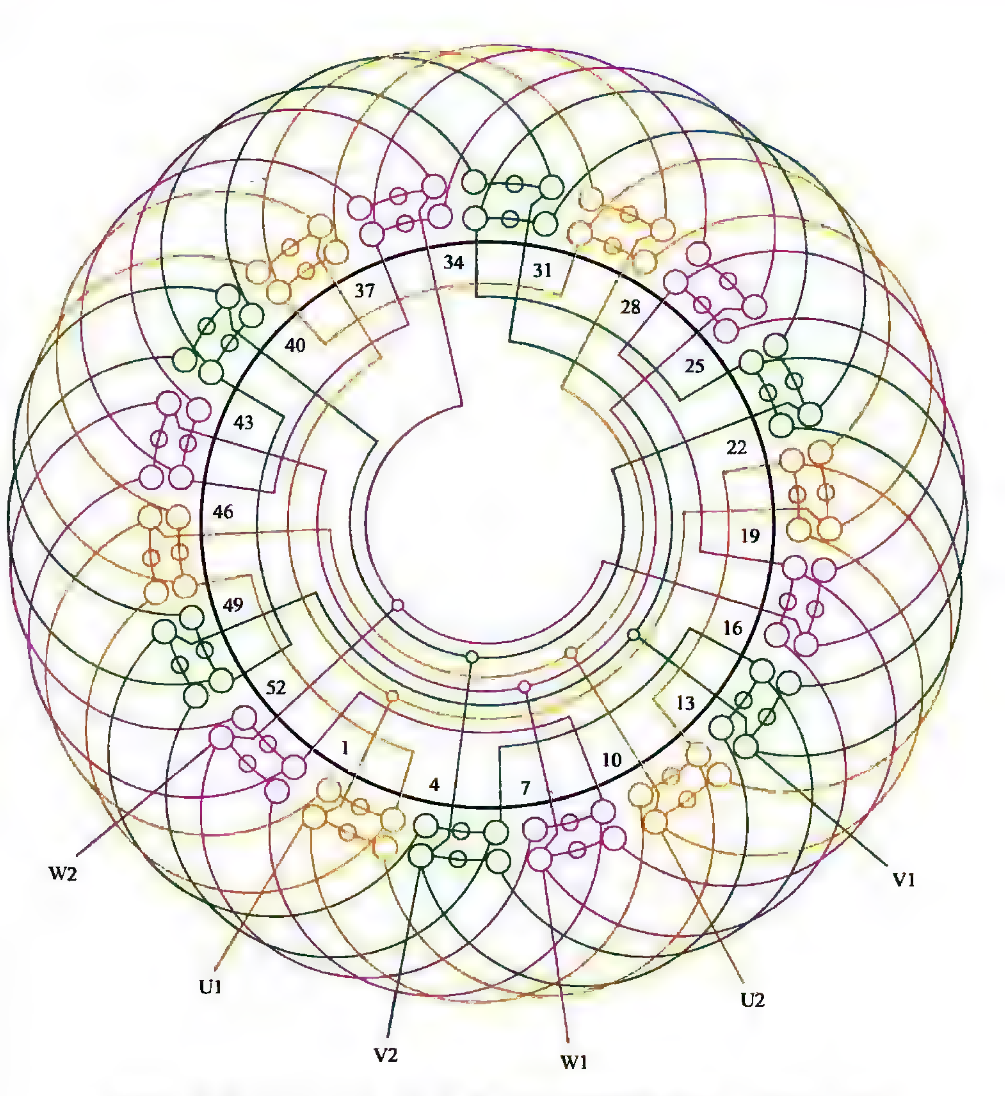


图 3-37　54 槽 6 极（$y=9$、$a=3$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

3.3.13 54槽6极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（长距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=54$　　电机极数 $2p=6$
总线圈数 $Q=54$　　线圈组数 $u=18$
每组圈数 $S=3$　　极相槽数 $q=3$
绕组极距 $\tau=9$　　线圈节距 $y=10$
并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=20°$
分布系数 $K_d=0.96$　　节距系数 $K_p=0.985$
绕组系数 $K_{dp}=0.945$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组线圈节距大于极距，绕组系数反而比整距还小；而嵌线吊边数却增到10边，对定子嵌线显然会造成更多难度，所以一般不宜作定子电枢绕组。其主要用途是绕线式电动机转子绕组。而上述特点的形成，可能是设计时考虑其转子电流过大，为了抑制转子电流而把线圈节距放大，从而增加绕组线长，进而使内阻增加所致。主要应用实例有JR125-6转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为10。嵌线顺序见表3-38。

表3-38　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44		43		42		41	
	上层												54		53		52		51
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	40		39		38		37		……		8		7		6		5	
	上层		50		49		48		47	……			18		17		16		15
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-38 所示。

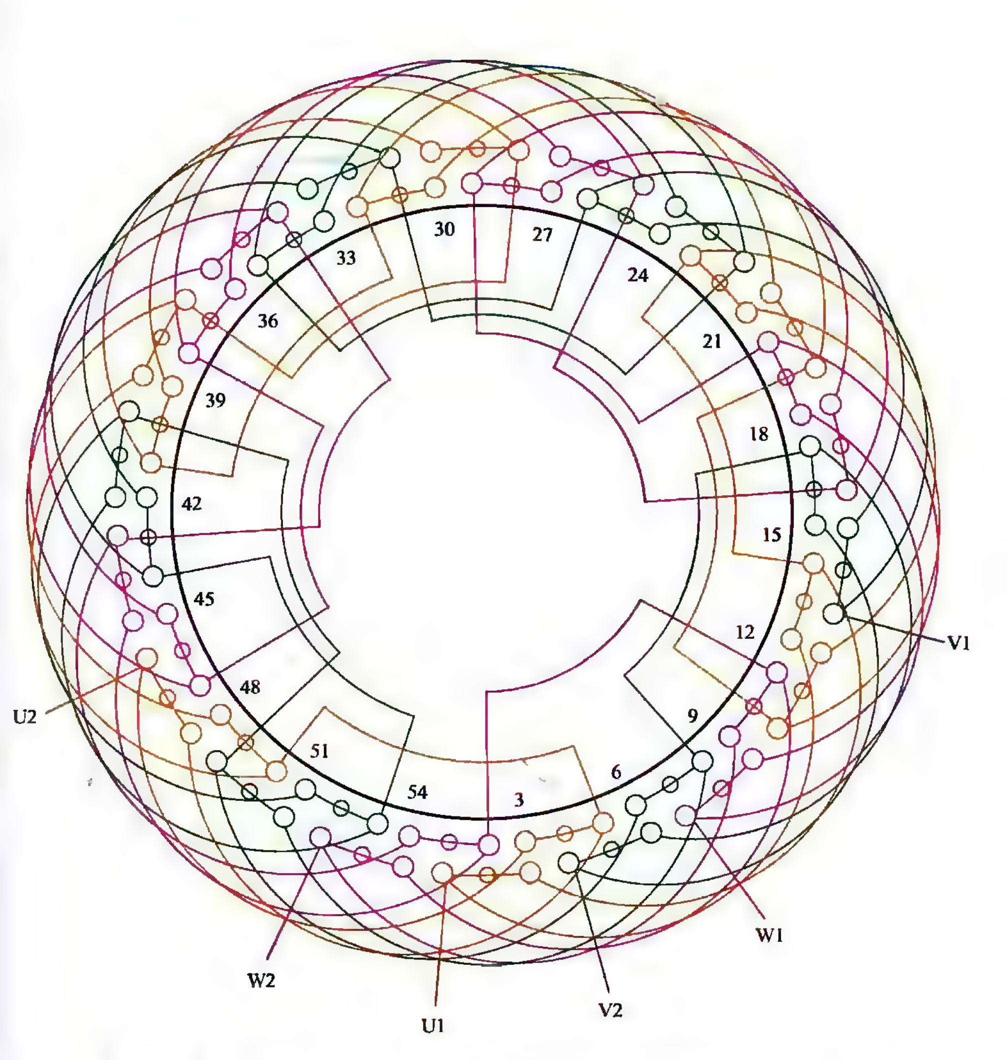


图 3-38　54 槽 6 极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（长距）布线

3.3.14　54槽6极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式布线*

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=54$　每组圈数　$S=2、1$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=3$　线圈节距　$y=8、7$

总线圈数　$Q=27$　绕组极距　$\tau=9$　绕组系数　$K_{dp}=0.96$

线圈组数　$u=18$　每槽电角　$\alpha=20°$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是单层交叉式绕组，它由双圈组和单圈组构成并交叉布线，即线圈组的分布是单、双圈交替轮换，实质上这种交叉布线也属分数绕组的一种特殊型式。由于是显极布线，每相接线是相邻线圈组极性相反，即“尾与尾”或“头与头”相接。此绕组既可用于定子绕组，也可用作大中型电动机的绕线式转子，但国产系列未见应用实例。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组是不等距布线，宜用交叠法嵌线，嵌线时吊边数为3。嵌线顺序见表3-39。

表3-39　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	53	50		49		47		44		43		41		38		37
	浮边					4		3		54		52		51		48		46	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		35		32		31		29		26		25		23		20		19
	浮边	45		42		40		39		36		34		33		30		28	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	沉边		17		14		13		11		8		7		5				
	浮边	27		24		22		21		18		16		15		12	10	9	6

(4) 绕组端面布接线

如图 3-39 所示。

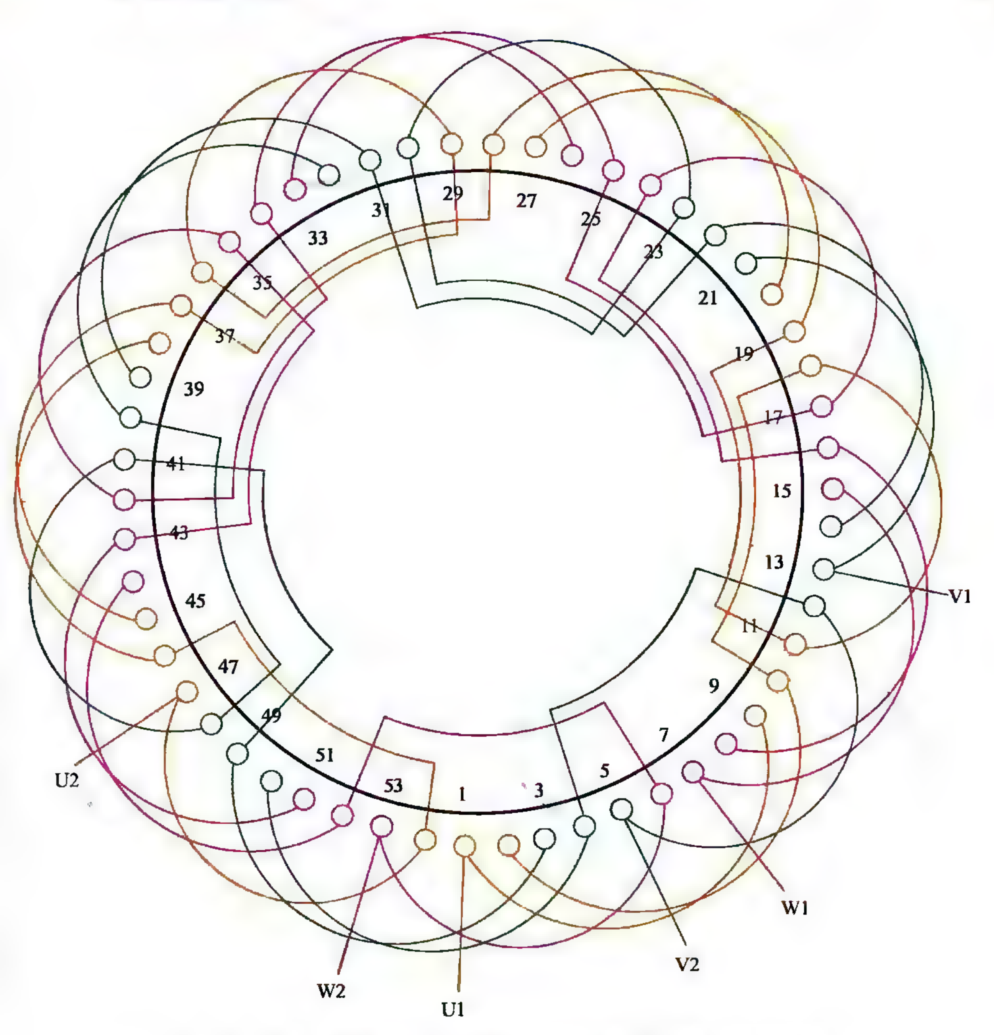


图 3-39　54 槽 6 极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式布线

注：标题解释——本例为单层交叉式布线，它有显极和庶极，本例为显极，属于“常规”型式。主要特征是：$q=3$、5 等奇整数。绕组由相差 1 圈的大、小线圈组构成，并如本例按 2、1、2、1…交替分布；而且有两种节距，即双圈 $y=8$，单圈 $y=7$。因属显极，故同相相邻线圈组极性相反，即一正一反。以下凡单层交叉式布线同此解释。

3.3.15 54 槽 6 极（$a=3$）三相电动机绕组单层交叉式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	每组圈数	$S=2、1$	并联路数	$a=3$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=3$	线圈节距	$y=8、7$
总线圈数	$Q=27$	绕组极距	$\tau=9$	绕组系数	$K_{dp}=0.96$
线圈组数	$u=18$	每槽电角	$\alpha=20°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组为显极式不等距布线，大联为节距 $y_D=8$ 的双圈，小联是 $y_X=7$ 的单圈。每相由 3 组大联和 3 组小联构成，每一大联和一小联反向串联成一支路，每相并联为三路。此绕组主要应用于转子绕组，如 YZR250M1-6、YZR250M2-6 等冶金、起重型三相异步电动机绕线式转子。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组是不等距布线，交叠法嵌线吊边数为 3。嵌线顺序可参考上例表 3-39 进行。习惯用前进式嵌线的操作则嵌 2 槽、前进空出 1 槽嵌 1 槽，再空进 2 槽嵌 2 槽。嵌线顺序见表 3-40。

表 3-40 交叠法（前进式嵌线）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	9	10	12	15		16		18		21		22		24		27		28
	浮边					7		8		11		13		14		17		19	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		30		33		34		36		39		40		42		45		46
	浮边	20		23		25		26		29		31		32		35		37	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	沉边		48		51		52		54		3		4		6				
	浮边	38		41		43		44		47		49		50		53	1	2	5

(4) 绕组端面布接线

如图 3-40 所示。

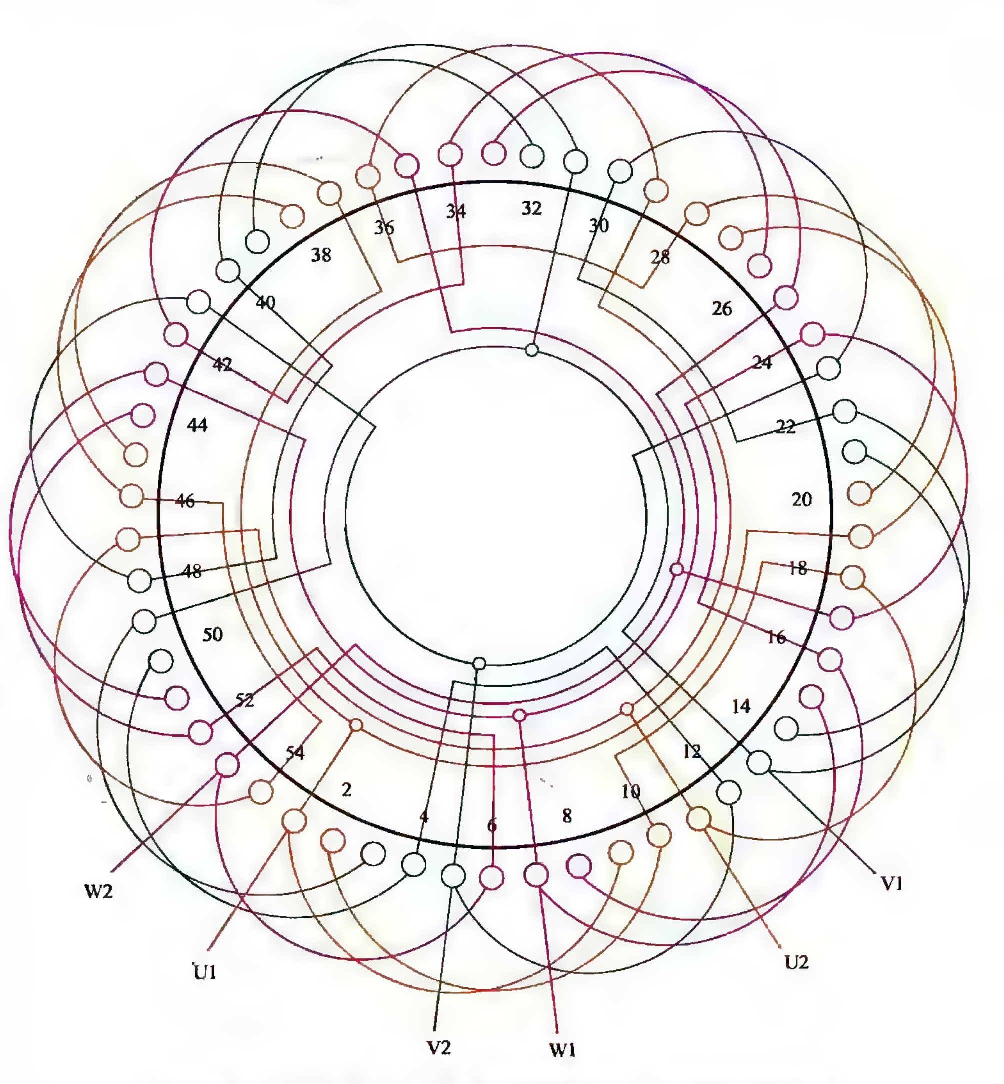


图 3 40　54 槽 6 极（$a=3$）三相电动机绕组单层交叉式布线

3.4 54槽系列8极及以上极数电动机绕组端面布接线图

54槽主打规格在上节的中型6极，54槽8极只能构成分数绕组，实际应用规格不多，其他极数的就更少了。本节收入绕组7例，其中8极3例、12极2例，10极和16极各1例。

3.4.1 54槽8极（$y=5$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	电机极数	$2p=8$
总线圈数	$Q=54$	线圈组数	$u=24$
每组圈数	$S=2、3$	极相槽数	$q=2\frac{1}{4}$
绕组极距	$\tau=6\frac{3}{4}$	线圈节距	$y=5$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=26.6°$
分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.918$
绕组系数	$K_{dp}=0.878$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

54槽8极只能构成分数绕组，绕组由3圈组和2圈组构成。每相有8组线圈，其中有6组双圈、两组3圈；绕组采用二路并联，故每相又分两个支路，每一支路各由3个双圈组和1个3圈组按正反交替串联而成。此绕组主要应用实例有新系列YZR2-280-8等绕线式电动机的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例嵌线采用交叠法，吊边数为5。嵌线顺序见表3-41。

表3-41　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	54	53	52	51	50	49		48		47		46		45		44		43
	上层							54		53		52		51		50		49	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	......		80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		42		41		......		12		11		10		9		8		7
	上层	48		47		46	......			17		16		15		14		13	
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		6		5		4		3		2		1						
	上层	12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-41 所示。

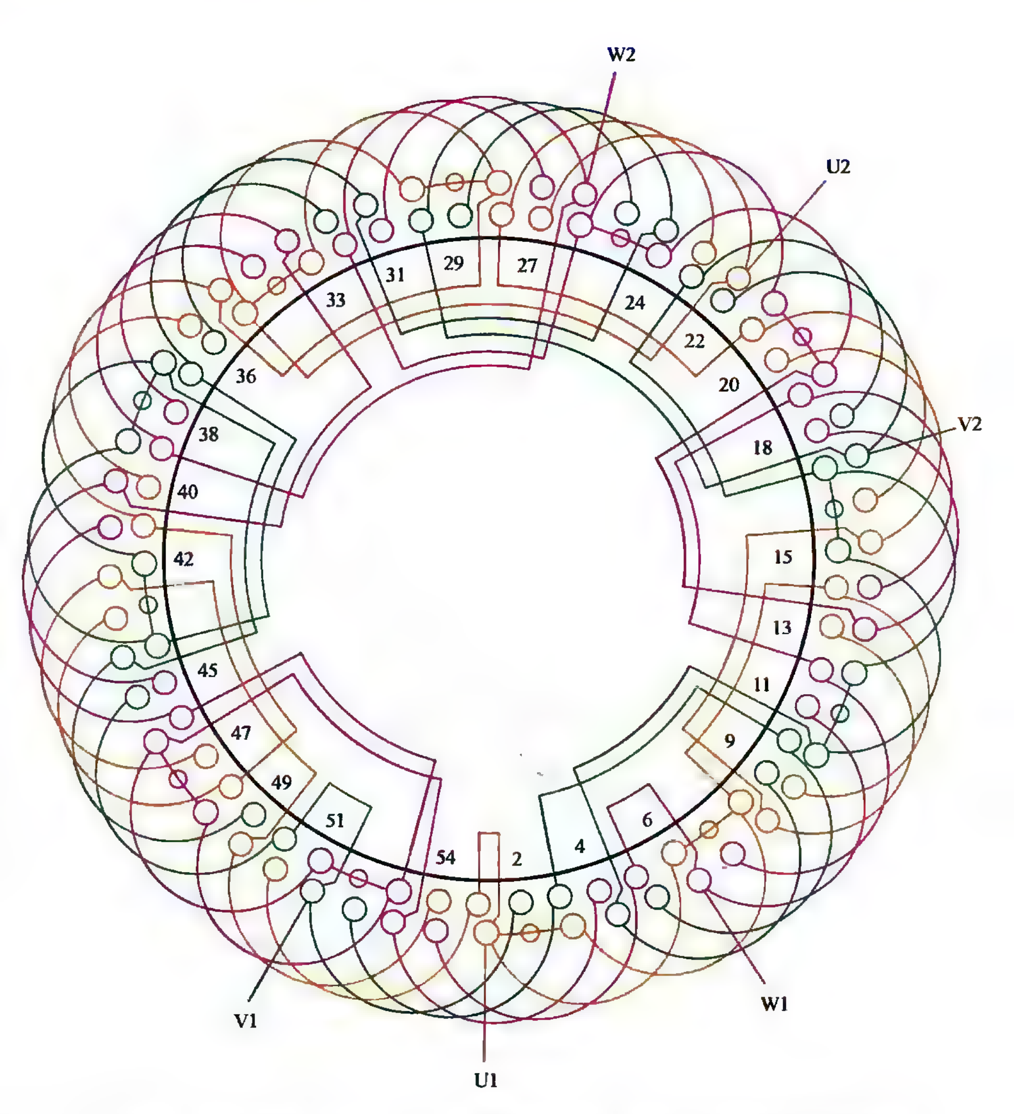


图 3-41　54 槽 8 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.4.2 54 槽 8 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=54$　每组圈数 $S=3、2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2\frac{1}{4}$　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=54$　绕组极距 $\tau=6\frac{3}{4}$　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=24$　线圈节距 $y=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.941$

每槽电角 $\alpha=26.66°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，由 3 圈组和双圈组构成，并按 3 2 2 2 规律分布。每相含两个 3 圈组和六个双圈组，并按相邻反极性串联。此绕组主要应用实例有 Y-160M-8、YR-180L-8 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见表 3-42。

表 3-42　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
槽号	下层	54	53	52	51	50	49	48		47		46		45		44		43		42		41	
	上层								54		53		52		51		50		49		48		47

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
槽号	下层	40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30	
	上层		46		15		41		43		42		41		40		39		38		37		36

嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	……
槽号	下层	29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	……
	上层		35		31		33		32		31		30		29		28		27		……

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1							
	上层		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-42 所示。

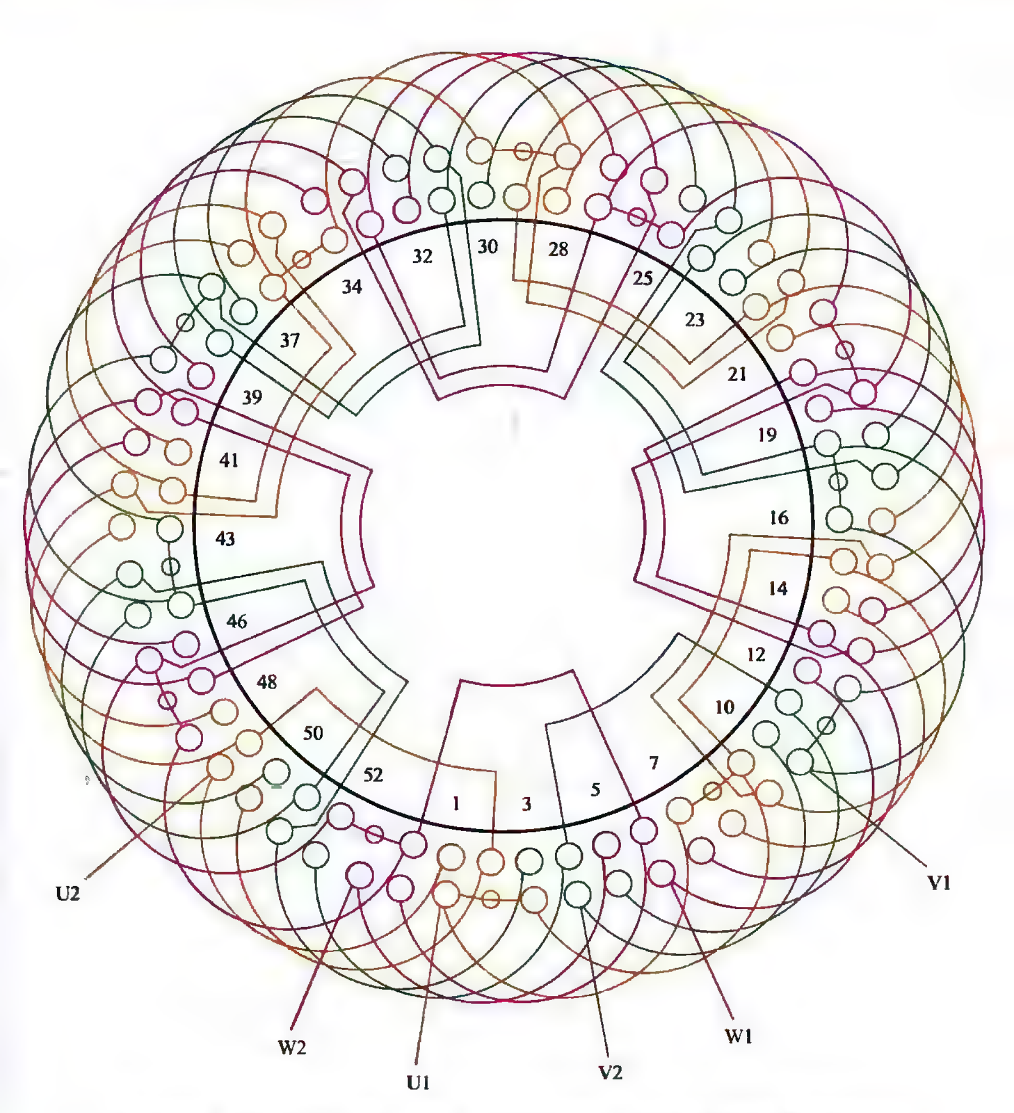


图 3-42　54 槽 8 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.4.3 54槽8极（$y=6$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=54$　　每组圈数 $S=3、2$　　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=8$　　极相槽数 $q=2\frac{1}{4}$　　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=54$　　绕组极距 $\tau=6\frac{3}{4}$　　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=24$　　线圈节距 $y=6$　　绕组系数 $K_{dp}=0.941$

每槽电角 $\alpha=26.66°$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组是由3、2圈构成的分数绕组方案，其轮换循环规律为3 2 2 2……。三相进线不能满足互差120°电角的要求，但仍应按1、3、5组引进。主要应用实例有Y-180L-8及铝绕组电动机JO2L-61-8等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为6。嵌线顺序见表3-43。

表 3-43　交叠法

嵌线次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	54	53	52	51		50		49		48		47		46	
	上层								3		2		1		54		53		52
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	45		44		43	……			14		13		12		11		10	
	上层		51		50		……				20		19		18		17		16
嵌线次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	9		8		7		6		5		4							
	上层		15		14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 3-43 所示。

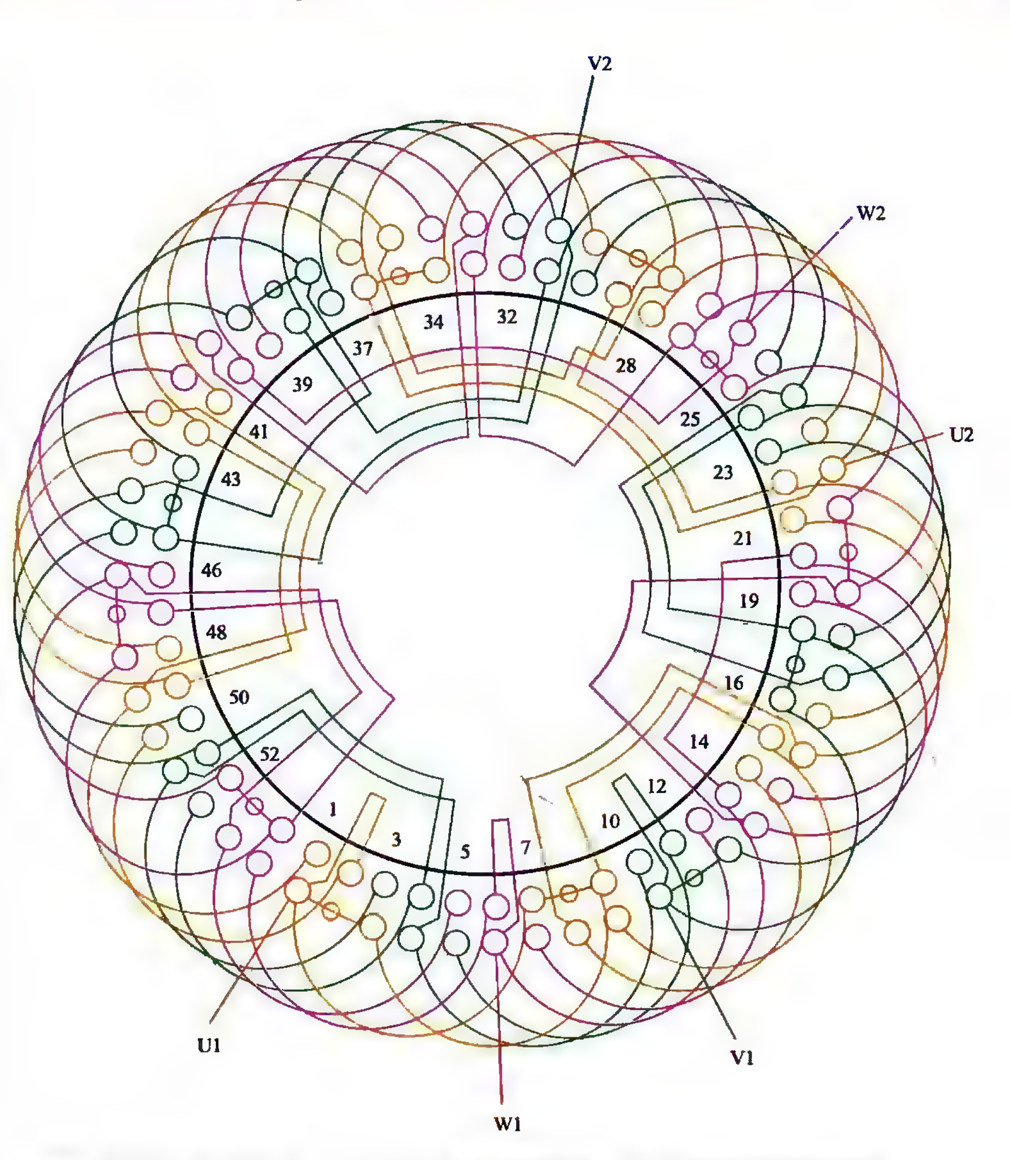


图 3-43　54 槽 8 极（$y=6$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.4.4 54槽10极（$y=5$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=54$ 每组圈数 $S=2、1$ 并联路数 $a=2$
电机极数 $2p=10$ 极相槽数 $q=1\frac{4}{5}$ 分布系数 $K_d=0.956$
总线圈数 $Q=54$ 绕组极距 $\tau=5\frac{2}{5}$ 节距系数 $K_p=0.994$
线圈组数 $u=30$ 线圈节距 $y=5$ 绕组系数 $K_{dp}=0.95$
每槽电角 $\alpha=33.33°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用分数方案，采用二路并联，每支路由正、反相邻的5组线圈串联，并在进线后分左右两侧走线，每组线圈由单、双圈组成，布线的分布规律是2 2 2 2 1……。主要应用实例有辊道用异步电动机JG2-71-10等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见表3-44。

表3-44 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
槽号	下层	54	53	52	51	50	49		48		47		46		45		44		43		42		41
	上层							54		53		52		51		50		49		48		47	

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
槽号	下层		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30
	上层	46		45		44		43		42		41		40		39		38		37		36	

嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	……
槽号	下层		29		28		27		26		25		24		23		22		21		……
	上层	35		34		33		32		31		30		29		28		27		26	……

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1						
	上层	13		12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-44 所示。

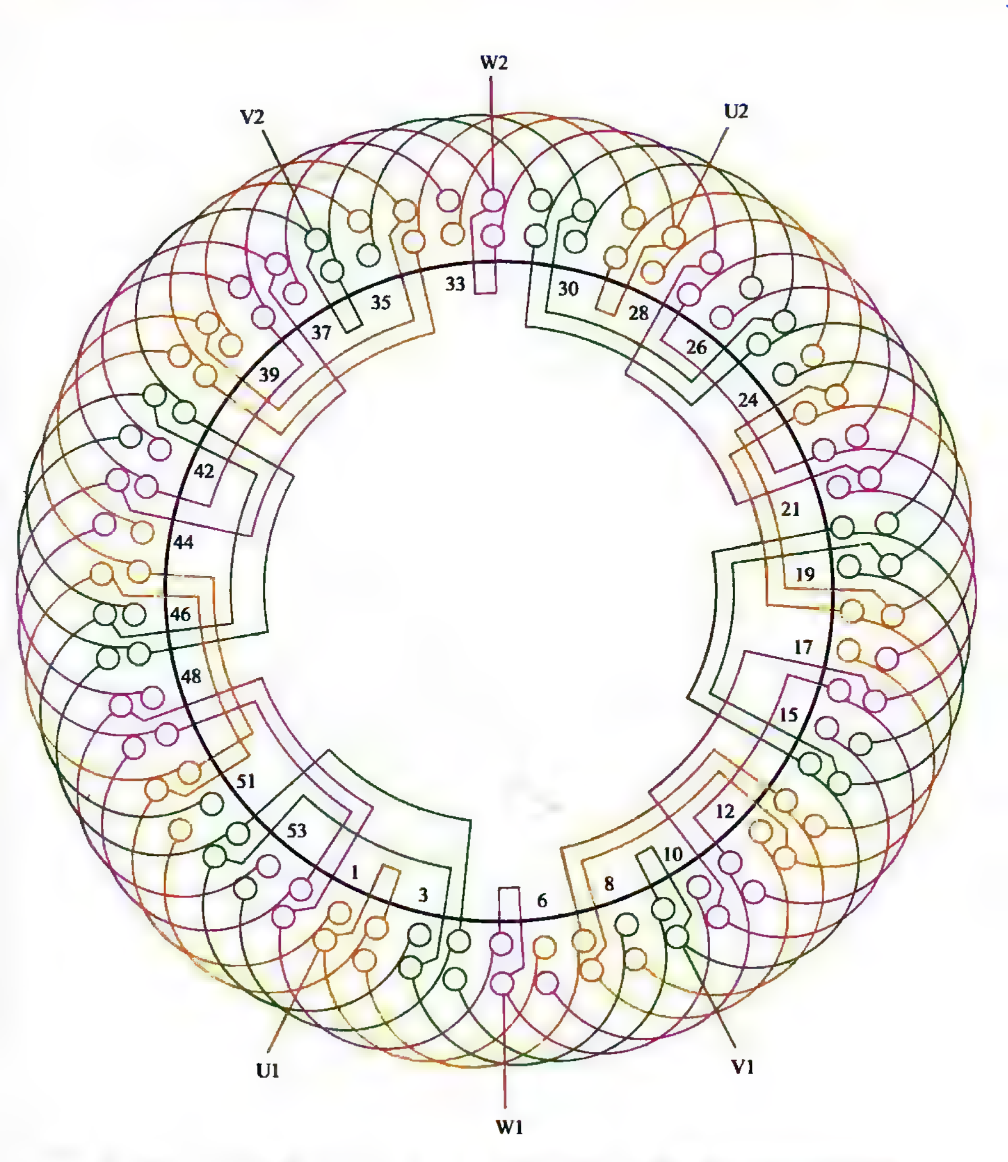


图 3-44 54 槽 10 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.4.5　54槽12极（$y=4$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=54$　每组圈数　$S=2、1$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=12$　极相槽数　$q=1\frac{1}{2}$　分布系数　$K_d=0.96$

总线圈数　$Q=54$　绕组极距　$\tau=4\frac{1}{2}$　节距系数　$K_p=0.985$

线圈组数　$u=36$　线圈节距　$y=4$　绕组系数　$K_{dp}=0.946$

每槽电角　$\alpha=33.33°$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

此绕组线圈节距仅较极距缩短半槽，绕组系数较高；而绕组极距为分数，属分数绕组方案。每线圈组由单、双圈组成，布线规律是2 1 2 1……。主要应用实例有辊道用电动机JG2-61-12等。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠嵌线法，吊边数为4。嵌线顺序见表3-45。

表3-45　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
槽号	下层	54	53	52	51	50		49		48		47		46		45		44		43		42	
	上层						54		53		52		51		50		49		48		47		46

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
槽号	下层	41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31	
	上层		45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35

嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	……
槽号	下层	30		29		28		27		26		25		24		23		22		21	……
	上层		34		33		32		31		30		29		28		27		26		……

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	8		7		6		5		4		3		2		1					
	上层		12		11		10		9		8		7		6		5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-45 所示。

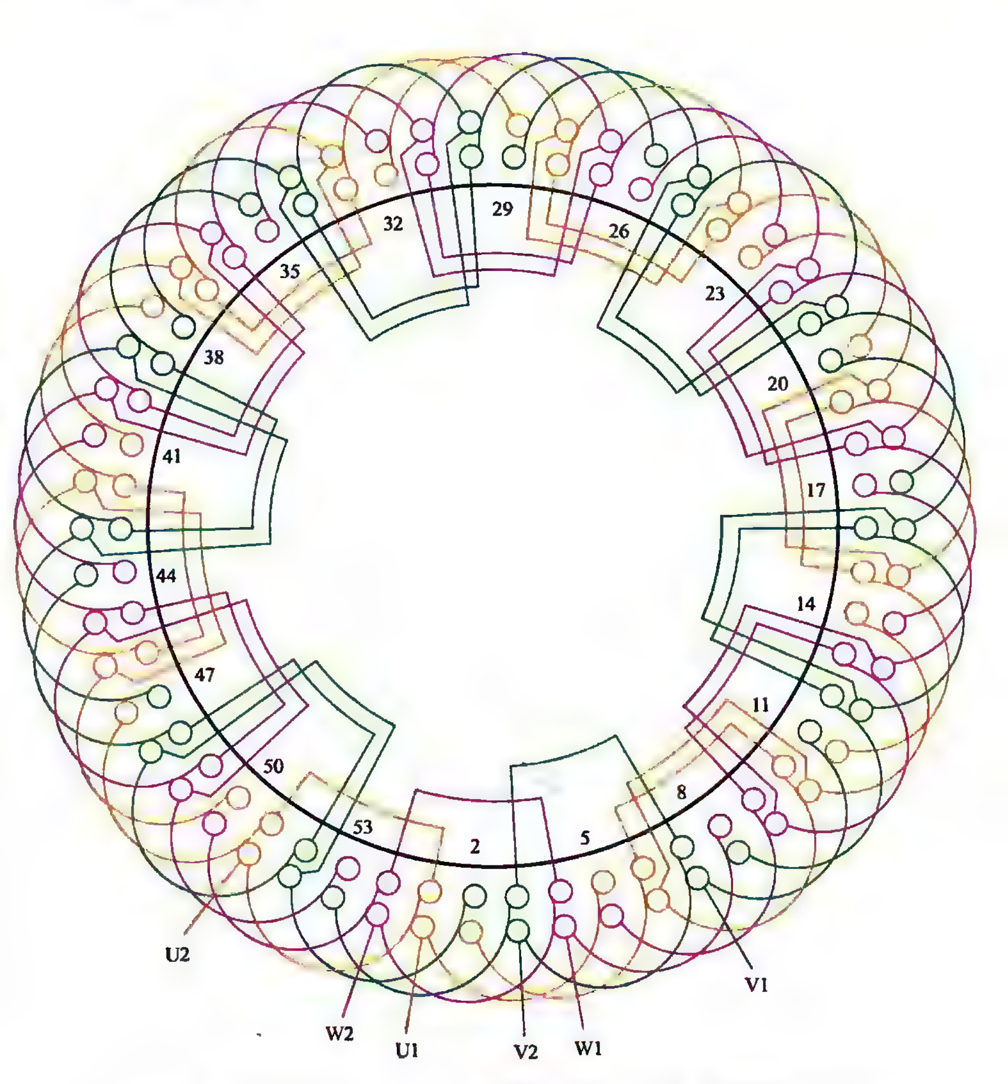


图 3-45　54 槽 12 极（$y=4$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.4.6　54 槽 12 极（$y=4$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	每组圈数	$S=2、1$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=12$	极相槽数	$q=1\frac{1}{2}$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=54$	绕组极距	$\tau=4\frac{1}{2}$	节距系数	$K_p=0.985$
线圈组数	$u=36$	线圈节距	$y=4$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$
每槽电角	$\alpha=33.33°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，每组由单、双圈组成，按 2 1 2 1……规律分布；每相有单圈和双圈各 6 组，分二路并联，则每一支路有单、双圈各 3 组，分左右方向走线并采用短跳接线，使相邻线圈组的极性相反。此绕组主要应用实例有辊道用电动机 JG2-62-12 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 4。嵌线顺序见表 3-46。

表 3-46　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	54	53	52		51		50		49		48		47		46	
	上层						2		1		54		53		52		51		50
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……			81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	45		44		43	……			14		13		12		11		10	
	上层		49		48		……				18		17		16		15		14
嵌绕次序		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3					
	上层		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3

(4) 绕组端面布接线

如图 3-46 所示。

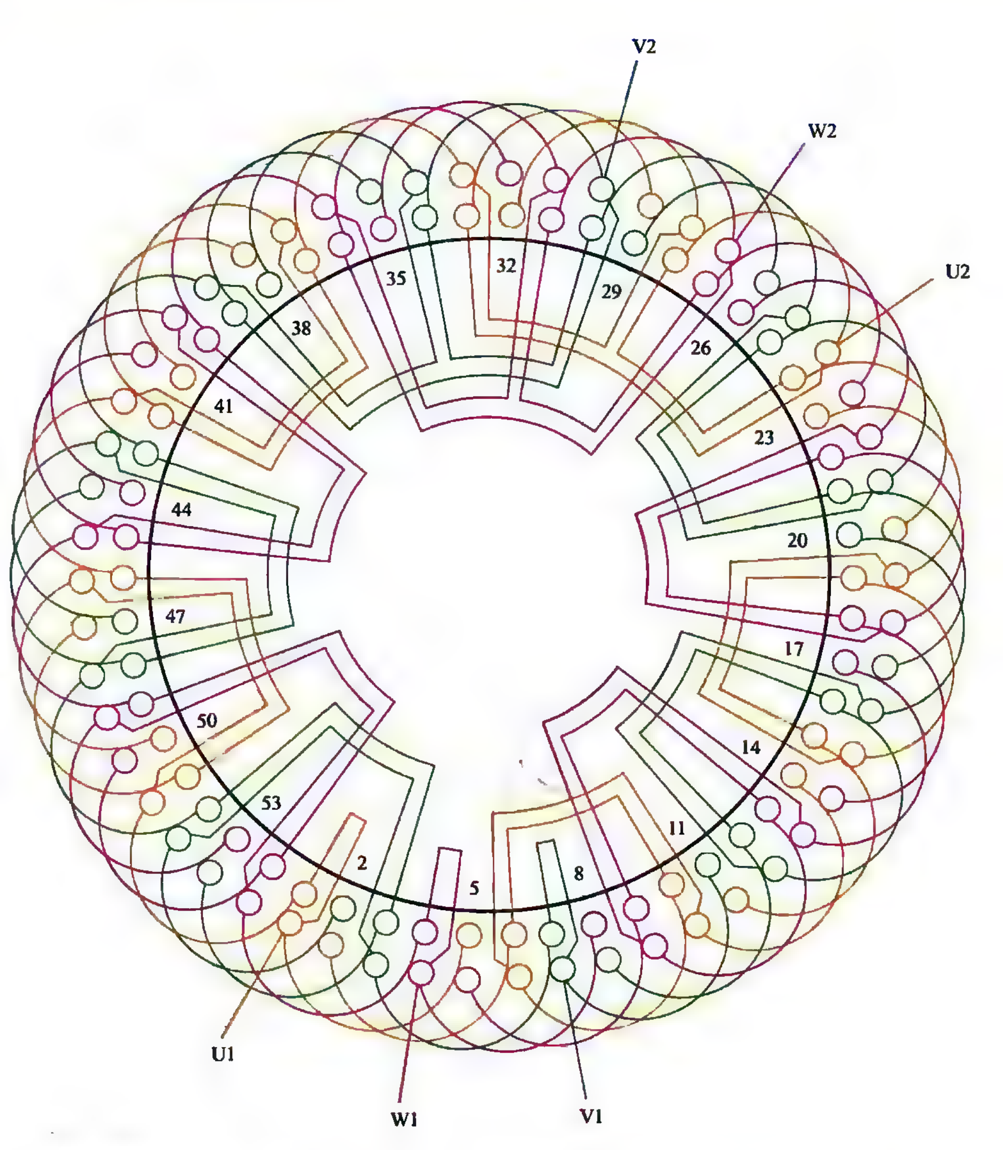


图 3-46　54 槽 12 极（$y=4$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

3.4.7 54槽16极（$y=3$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=54$	每组圈数	$S=2$、1	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=16$	极相槽数	$q=1\frac{1}{8}$	分布系数	$K_d=0.956$
总线圈数	$Q=54$	绕组极距	$\tau=4$	节距系数	$K_p=0.896$
线圈组数	$u=48$	线圈节距	$y=3$	绕组系数	$K_{dp}=0.857$
每槽电角	$\alpha=53.33°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组接线特点及应用举例

通常，三相交流电机绕组都设计成每极相槽数 $q=$ 整数，即整数槽绕组。特别在电机发展初期，因容易满足电磁场的均匀对称而采用整数槽绕组。但随着生产的发展，实际所需的规格越来越多，当极数多于8极时，为了凑成整数槽则会使定子的总槽数过多，不利于铁芯材料的合理利用，所以就出现了分数槽绕组；有时为了增加一种极数规格而利用原有冲模时，也可能产生分数槽绕组。此外，根据研究表明，分数槽绕组能有效抑制齿部谐波，故某些大型电机还特意设计成分数绕组。

本例每极每相所占槽数 $q=1\frac{1}{8}$ 槽，故属分数槽绕组，也称分数绕组。如将分数归整后，便构成单圈和双圈线圈组，这样每相就由大小差1圈的线圈组构成。因其分母为8，则每8组线圈含有1个双圈组和7个单圈组。这时，分数绕组是否成立，还必须通过轮次校验，即

$$A=\frac{2pm}{d}=\text{整数}$$

式中 $2p$——电机极数；

m——相数；

d——分数绕组 q 值的分母。

本例代入上式得 $A=6$，故分数绕组能成立。即绕组每8组线圈为一循环，全绕组共有6个循环。然而，分数绕组构成的另一个关键问题就是线圈组分布的对称；而常用的方法有代数法、归并法以及表格查选法等多种，它们各具优点但也各有局限。而本例由表格法资料，据 $q=1\frac{1}{8}$ 查得其分布规律为 2 1 1 1 1 1 1 1 ，即每当安排2槽

（双圈）后，随之安排7槽单圈组，完成一次循环后继续下一个循环，直至把54槽线圈排满。由于分数绕组三相安排是120°互差且对称平衡，故三相进线并不强求互差120°电角，但只要从第1、3、5组进线，实际对电机性能无实质性影响。此外，本例极距较短，再缩短节距后的绕组系数较低，故此绕组实际应用较少，仅见用于JG2-72-16的辊道用低速电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例采用交叠嵌线法，吊边数为3。嵌线既可以从双圈组开始按2 1 1 1 1 1 1 1规律循环嵌入，但也可从单圈起嵌，只要线圈分配的每一个循环不违反规律就可以了。比如本例就从单圈开始，嵌线顺序见表3-47。

表 3-47　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
槽号	下层	54	53	52	51		50		49		48		47		46		45		44		43		42
	上层					54		53		52		51		50		49		48		47		46	

嵌绕次序		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
槽号	下层		41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31
	上层	45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35	

嵌绕次序		45	46	47	48	49	50	51	……	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
槽号	下层		30		29		28		……		14		13		12		11		10		9
	上层	34		33		32		31	……	18		17		16		15		14		13	

嵌绕次序		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
槽号	下层		8		7		6		5		4		3		2		1				
	上层	12		11		10		9		8		7		6		5		4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 3-47 所示。

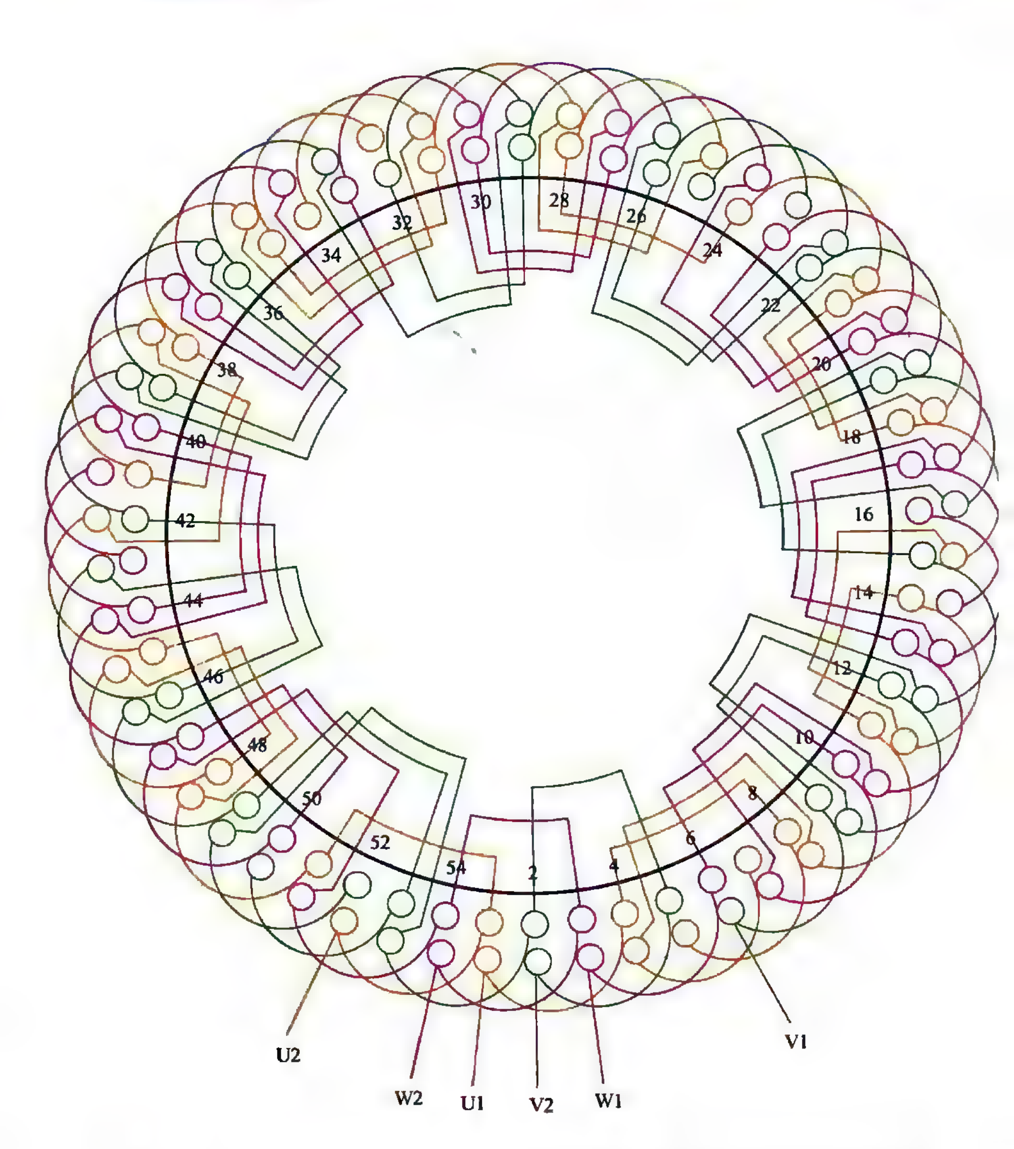


图 3-47　54 槽 16 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

第4章

三相系列小型异步电动机绕组

本章是三相常规（380V）系列电动机的小型规格，具体内容包括48槽及以下槽数铁芯电机采用的绕组图例。小型电机绕组型式丰富多彩，除10kW以上多用双层叠式外，余者多用单层布线；其常用的型式有单层叠式、单层链式、单层同心式及单层交叉式等。此外，还可构成单层同心交叉式、双层链式、双层同心式及单双层混合式等非常规型式，本书作为特种型式另作编排。

本章绕组内容编排原则与上一章相同，即以槽数、极数顺次排序，而每节级中的单层绕组排在双层之后。由于小型电机绕组采用单层布线较多，故对其参数、特征说明如下。

(1) 绕组布线的特征

电动机绕组布线有显极和庶极之分。对双层绕组的普通（单速）电机几乎都是显极式布线，唯有变极电动机绕组才用庶极型式；而单层绕组中也主要采用显极式布线，但有部分绕组采用庶极布线。

① 显极式布线　又称“60°相带”绕组。它的每极相槽数（q）所占的电角度为60°，即 $q\alpha=60°$；且在一相中的线圈组数等于极数；而且，同相相邻线圈组的极性必须相反。

② 庶极式布线　又称“120°相带”绕组。它的每极相槽数所占电角度为120°，即 $q\alpha=120°$；且一相中的线圈组数只有极数的一半；而且线圈组的极性完全一致。

(2) 小型电机常规系列单层绕组布线型式

① 单层叠式　简称单叠绕组。它由两个及以上的等节距线圈构成端部交叠的绕组。它的每组线圈数相等，当每组线圈数 $S=q/2$ 时构成显极式绕组；$S=q$ 时为庶极式绕组。

② 单层链式　简称单链绕组。它的每组绕圈数 $S=1$，当 $q=2$ 时构成60°相带的显极绕组；若 $q=1$ 时构成庶极绕组。

③ 单层同心式　简称单同心。是由节距相差2的大小同心线圈构成“回”字形，且每组圈数相等的绕组。当每组圈数 $S=q/2$ 时，属显极式；若 $S=q$ 时为庶极式。

④ 单层交叉式　简称单交叉。是由 $q=3$、5、7等奇数构成的单层绕组。因其每组线圈数是带“1/2”的分数，故属每组圈数不等的绕组，即“分数圈”绕组。主要采用显极布线，但也可构成庶极，比较少用。此外，某些 q 值为分数也可能构成不规则交叉式，但实际应用更为罕见。

(3) 电机绕组常用的几个参数

① 极相槽数 (q)

$$q=Z/2pm$$

② 每槽电角 (α)

$$\alpha=180^\circ\times 2p/Z(\text{电角度})$$

③ 绕组系数 (K_{dp})

$$K_{dp}=K_d K_p$$

式中　K_d——分布系数，由下式计算。

$$K_d=\frac{0.5}{C\sin\left(\frac{30^\circ}{C}\right)}$$

K_p——（短）节距系数，双层绕组由下式计算；单层绕组 $K_p=1$。

$$K_p=\sin\left(90^\circ\frac{y}{\tau}\right)$$

式中　C——对双层（整数）绕组和单层绕组 $C=q$；双层分数绕组 C 是 q 值不可约分假分数的假分子；

Z——铁芯槽数；

$2p$——绕组极数，即 p 为磁极对数；

y——双层绕组线圈节距，槽；

τ——绕组极距，槽。

4.1　48槽系列2、4极电动机绕组端面布接线图

48槽是小型电机中容量较大的定子，其铁芯质量惯性仍偏大，所以，在转速高的2极电机中应用也较少，从系列产品中查得6例，其中48槽2极的（$y=13$、$a=1$；$y=13$、$a=2$；$y=16$、$a=1$）3例及4极的（$y=10$、$a=1$）与高压电动机兼用，故在本节省略。

48槽4极除构成双叠绕组外，还可构成单层叠式和单层同心式，本节共收入4极绕组23例，其中单层绕组5例。

4.1.1　48 槽 2 极（$y=16$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=48$　　电机极数　$2p=2$　　总线圈数　$Q=48$

线圈组数　$u=6$　　每组圈数　$S=8$　　极相槽数　$q=8$

绕组极距　$\tau=24$　　线圈节距　$y=16$　　并联路数　$a=2$

每槽电角　$\alpha=7.5°$　　分布系数　$K_d=0.956$　　节距系数　$K_p=0.866$

绕组系数　$K_{dp}=0.828$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本绕组属 2 极电动机中槽数较多的绕组，虽然采用较短的正常节距，由于槽数多，嵌线吊边仍有 16 个之多，故给嵌线带来困难，好在这种电机的定子内腔一般都较大，从而缓解了嵌线难度。主要应用实例有 YB-355S1-2。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 16。嵌线顺序见表 4-1。

表 4-1　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	8	7	6	5	4	3	2	1	48	47	46	45	44	43	42	41	40	
	上层																		8
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	……			73	74	75	76	77	78
槽号	下层	39		38		37		36		35	……			12		11		10	
	上层		7		6		5		4		……				28		27		26
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	9																	
	上层		25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9

(4) 绕组端面布接线

如图 4-1 所示。

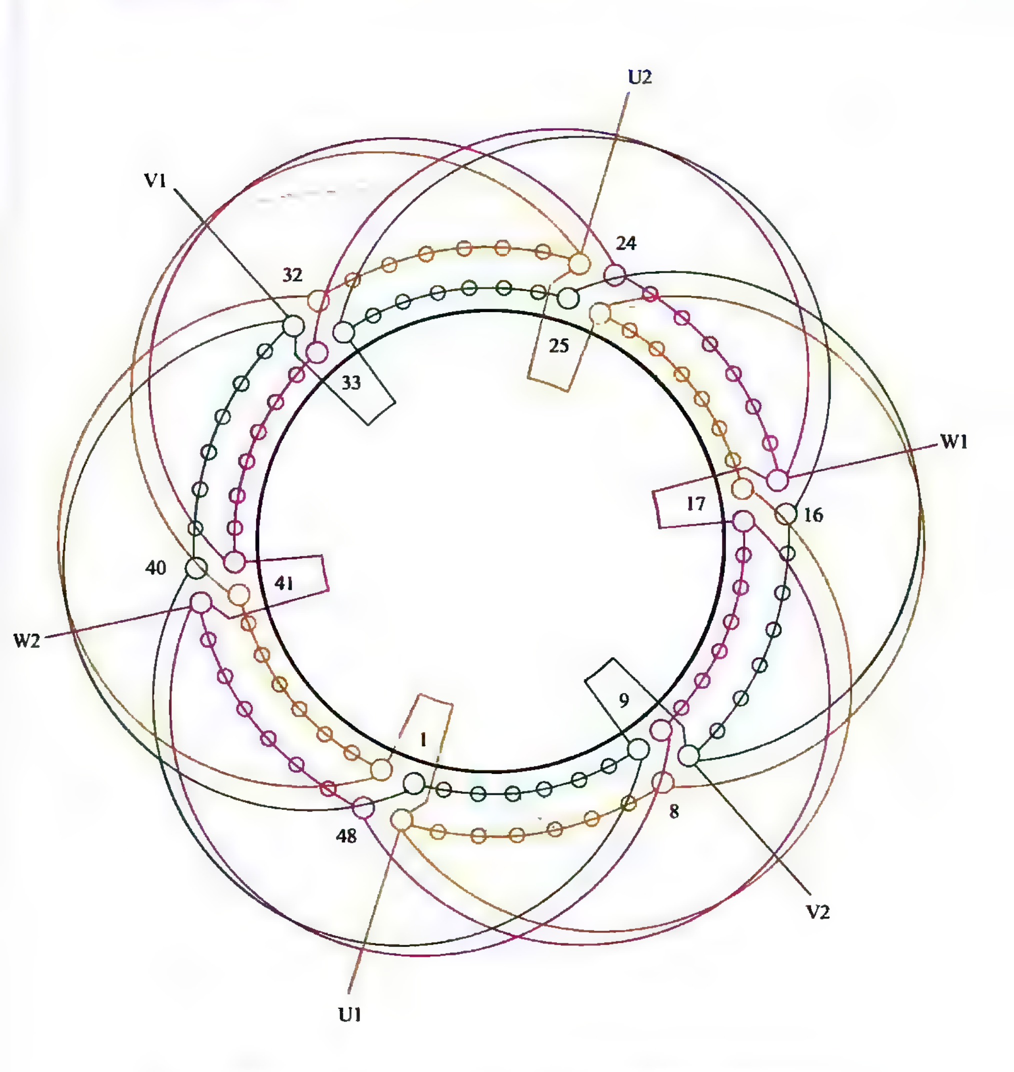


图 4-1 18 槽 2 极（$y=16$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.2 48 槽 2 极（$y=17$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	电机极数	$2p=2$	总线圈数	$Q=48$
线圈组数	$u=6$	每组圈数	$S=8$	极相槽数	$q=8$
绕组极距	$\tau=24$	线圈节距	$y=17$	并联路数	$a=1$
每槽电角	$\alpha=7.5°$	分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.897$
绕组系数	$K_{dp}=0.858$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组选用节距较上例增长 1 槽，故嵌线吊边数也增加一边。即嵌线难度稍有增加。此绕组为 2 极，每相由两八联组反极性串联而成。由于 2 极电动机线圈节距大而吊边多，故此绕组常用于定子内腔较大的中型电机，故实际应用不多。本例取自 JO2L-93-2 的重绕实例。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 17。嵌线顺序见表 4-2。

表 4-2　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	8	7	6	5	4	3	2	1	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39
	上层																		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		38		37		36			……			12		11		10		9
	上层	8		7		6		5		……		30		29		28		27	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层																		
	上层	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9

(4) 绕组端面布接线

如图 4-2 所示。

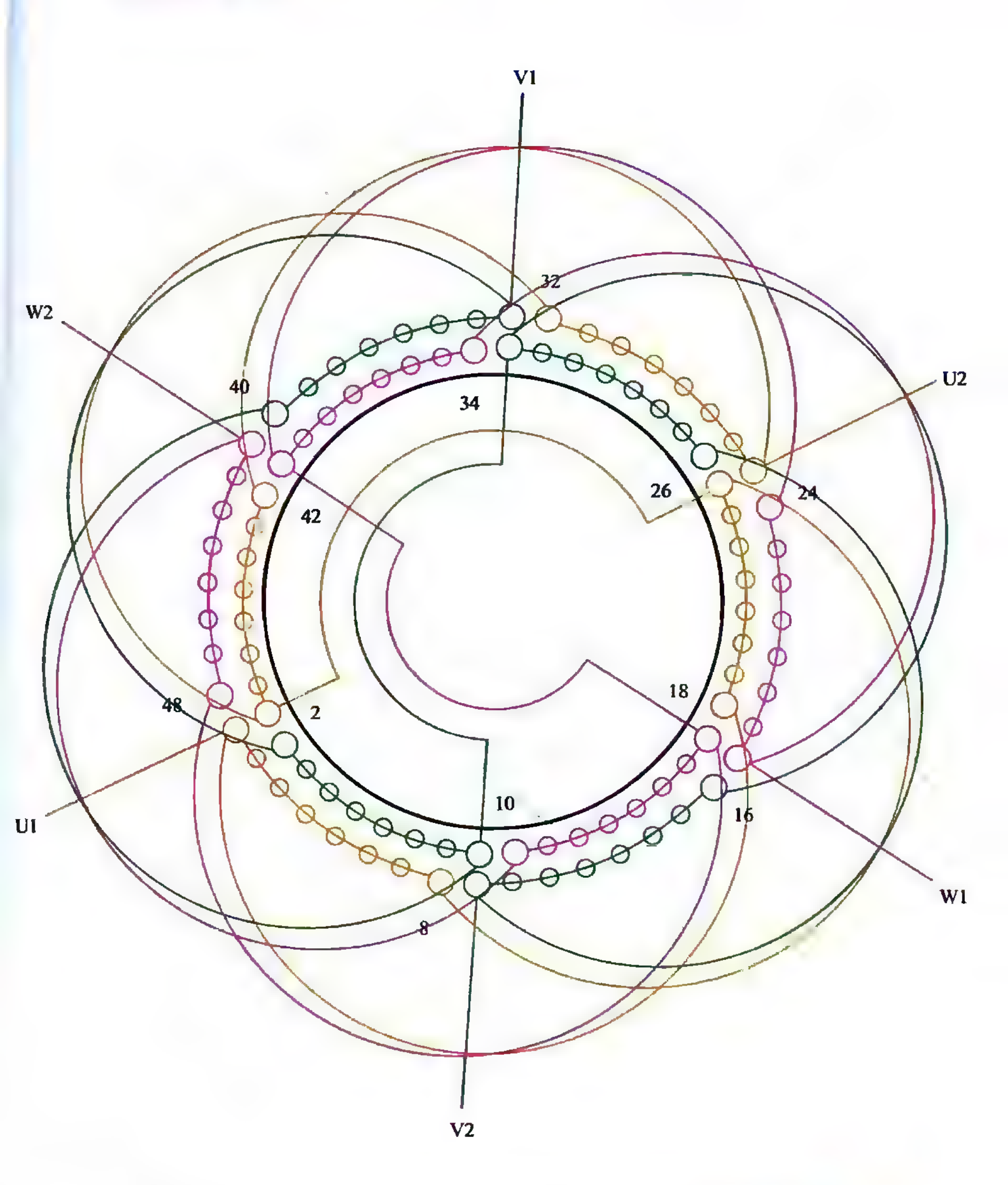


图 4-2　48 槽 2 极（$y=17$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.3 48 槽 2 极（$y=17$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　每组圈数 $S=8$　　并联路数 $a=2$
电机极数 $2p=2$　　极相槽数 $q=8$　　分布系数 $K_d=0.956$
总线圈数 $Q=48$　　绕组极距 $\tau=24$　　节距系数 $K_p=0.897$
线圈组数 $u=6$　　线圈节距 $y=17$　　绕组系数 $K_{dp}=0.858$
每槽电角 $\alpha=7.5°$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例为 2 极绕组，全绕组仅 6 组线圈，每相两组线圈按一正一反串联而成，每组由 8 只线圈组成。由于 2 极电机极距大，虽然采用了较短的节距，但吊边数仍有 17 个，故一般只宜用于定子内腔较大的铁芯。主要应用有导线代换实修电动机 JO2L-93-2 及 Y315S-2 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 17。嵌线顺序见表 4-3。

表 4-3　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31		30		29		28
	上层																			48		47		46	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16
	上层	45		44		43		42		41		40		39		38		37		36		35		34	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		15		14		13		12		11		10		9		8		7		6		5		4
	上层	33		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22	
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		3		2		1																		
	上层	21		20		19		18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-3 所示。

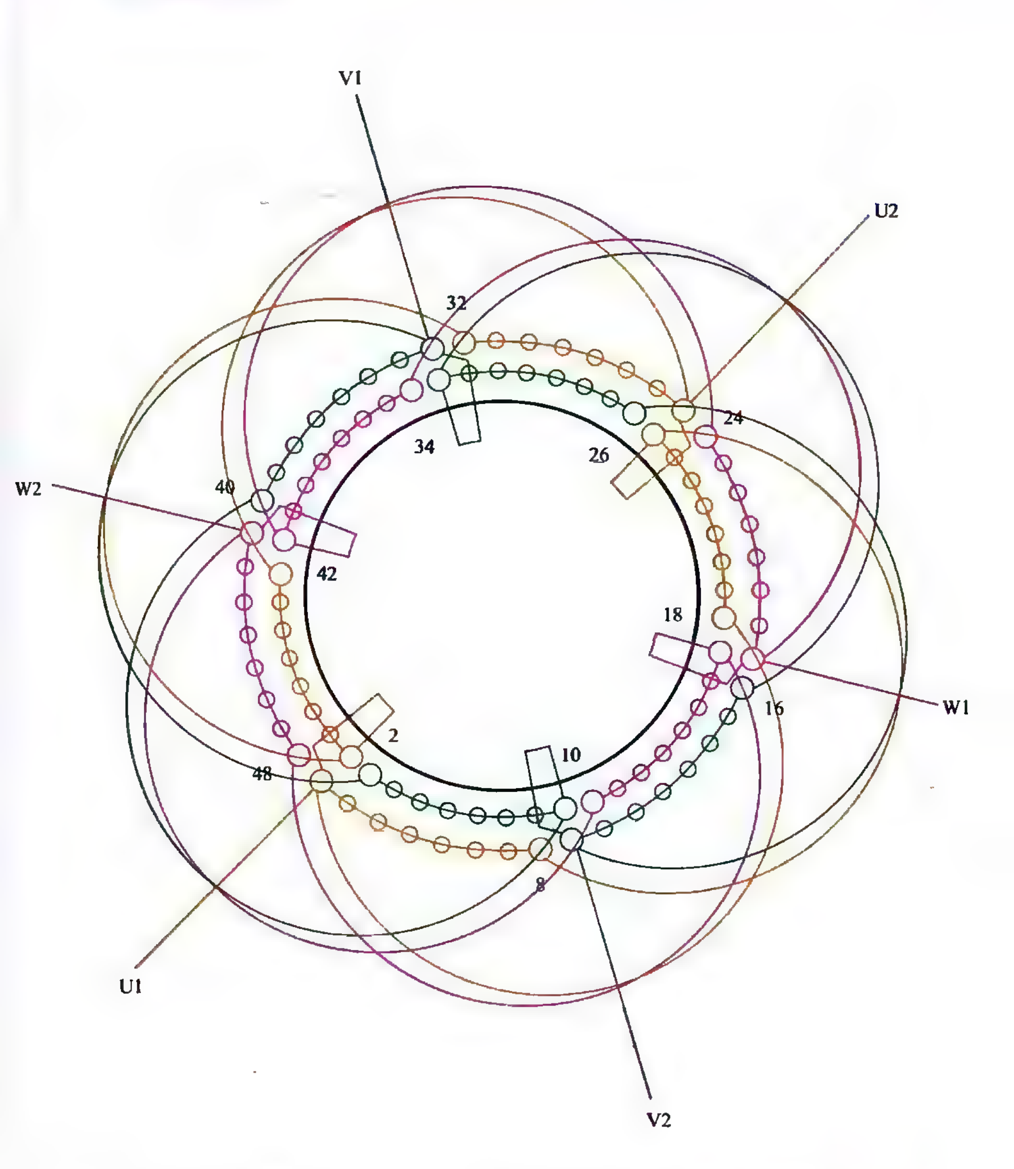


图 4-3 48 槽 2 极（$y=17$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.4 48 槽 4 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（超短距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　电机极数 $2p=4$

总线圈数 $Q=48$　　线圈组数 $u=12$

每组圈数 $S=4$　　极相槽数 $q=4$

绕组极距 $\tau=12$　　线圈节距 $y=7$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=15°$

分布系数 $K_d=0.958$　　节距系数 $K_p=0.793$

绕组系数 $K_{dp}=0.76$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本绕组由四联组构成，每相 4 组线圈按反极性串联而成；而线圈选用的节距小于 2/3 极距，即属于超短节距，启动会较平稳，但时间稍长。另外，因节距短而吊边数少，故其工艺性较优；不过绕组系数偏低。主要应用实例有 KO-12-4 型隔爆型异步电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 4-4。

表 4-4　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41		40		39		38		37		36
	上层									48		47		46		45		44	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		35		34		33		32	……			9		8		7		6
	上层	43		42		41		40		……		17		16		15		14	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-4 所示。

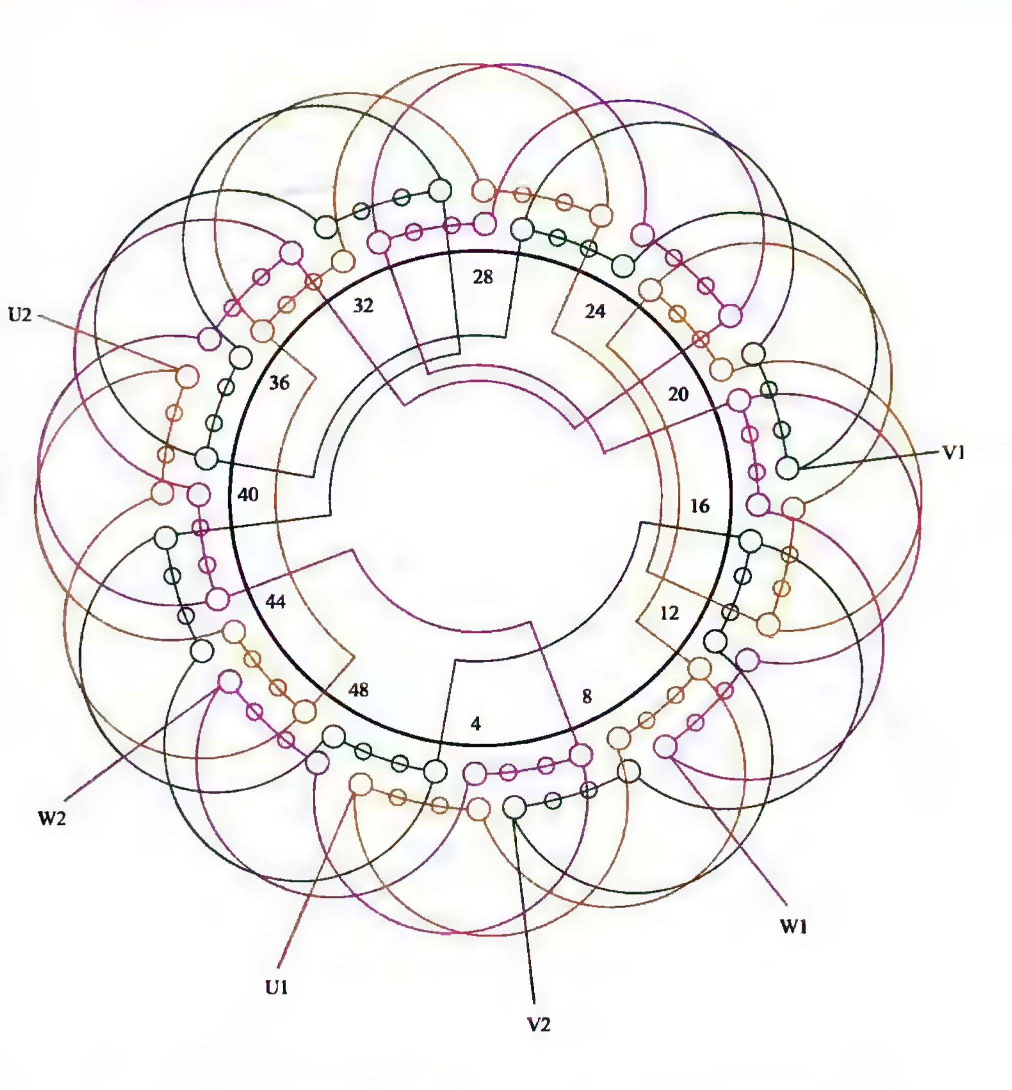


图 4-4　48 槽 4 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（超短距）布线

4.1.5 48槽4极（$y=7$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（超短距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　电机极数 $2p=4$　　总线圈数 $Q=48$

线圈组数 $u=12$　　每组圈数 $S=4$　　极相槽数 $q=4$

绕组极距 $\tau=12$　　线圈节距 $y=7$　　并联路数 $a=2$

每槽电角 $\alpha=15°$　　分布系数 $K_d=0.958$　　节距系数 $K_p=0.793$

绕组系数 $K_{dp}=0.76$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组特点与上例相同，但采用二路并联接线，连接时，每相进线后向左右反向走线，但同相相邻两组线圈极性必须相反。此绕组实际应用也不多，仅见于KO-22-4隔爆型三相异步电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本绕组采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见表4-5。

表 4-5　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	8	7	6	5	4	3	2	1		48		47		46		45		44
	上层									8		7		6		5		4	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	……			71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		43		42		41		……				17		16		15		14
	上层	3		2		1		48	……			25		24		23		22	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		13		12		11		10		9								
	上层	21		20		19		18		17		16	15	14	13	12	11	10	9

(4) 绕组端面布接线

如图 4-5 所示。

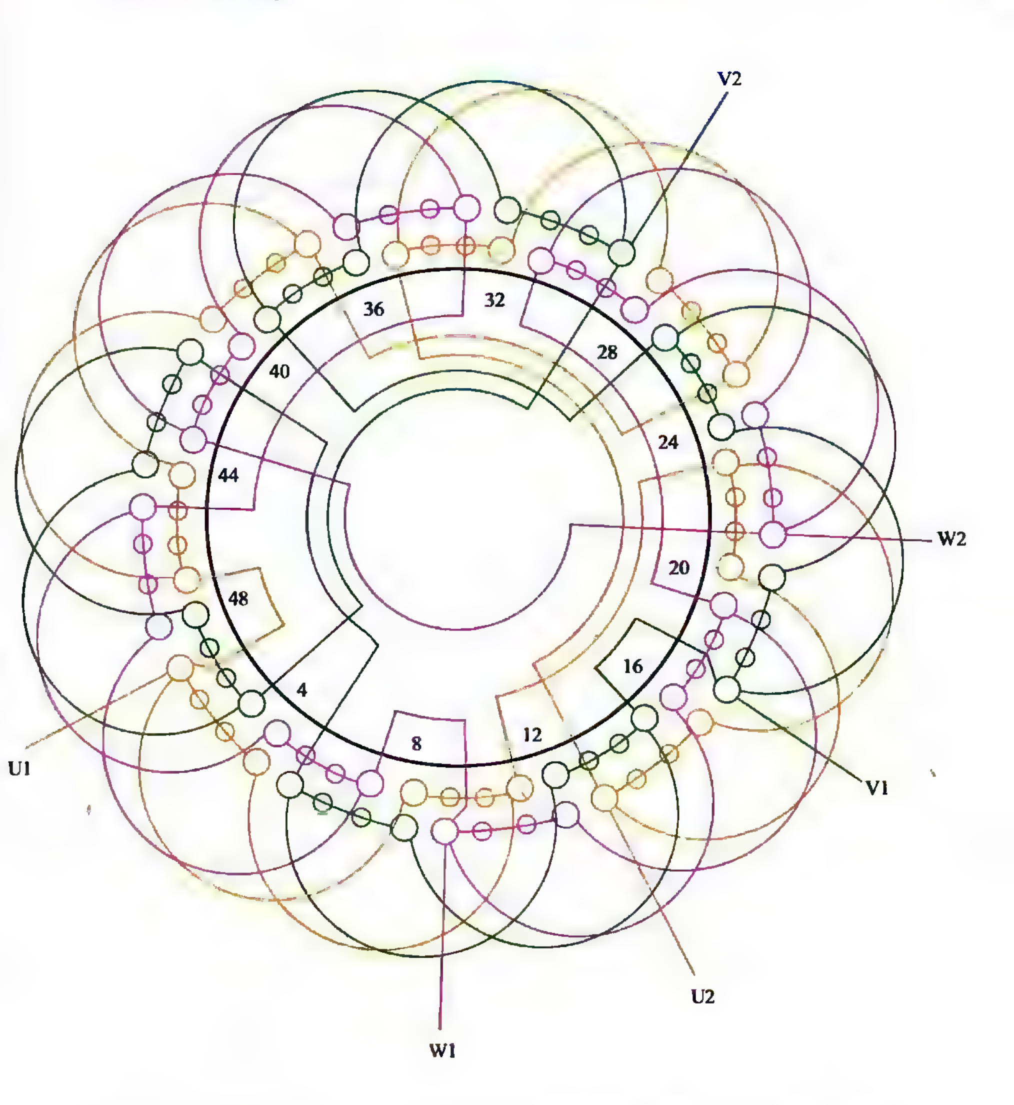


图 4-5　48 槽 4 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（超短距）布线

4.1.6 48槽4极（$y=8$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　电机极数 $2p=4$

总线圈数 $Q=48$　　线圈组数 $u=12$

每组圈数 $S=4$　　极相槽数 $q=4$

绕组极距 $\tau=12$　　线圈节距 $y=8$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=15°$

分布系数 $K_d=0.958$　　节距系数 $K_p=0.866$

绕组系数 $K_{dp}=0.83$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例由四联组构成，每相4组线圈按相邻反极性串联。线圈采用节距较短，仅为极距的2/3，故使嵌线吊边数也较少，有利于方便嵌线，但绕组系数略偏低。本绕组实际应用查无实例，仅作为改绕备用。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，嵌线吊边数为8。嵌线顺序见表4-6。

表4-6　交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号 下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40		39		38		37		36	
槽号 上层										48		47		46		45		44
嵌绕次序	19	20	21	22	23	……		68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号 下层	35		34		33	……			10		9		8		7		6	
槽号 上层		43		42		……		19		18		17		16		15		14
嵌绕次序	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号 下层	5		4		3		2		1									
槽号 上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-6 所示。

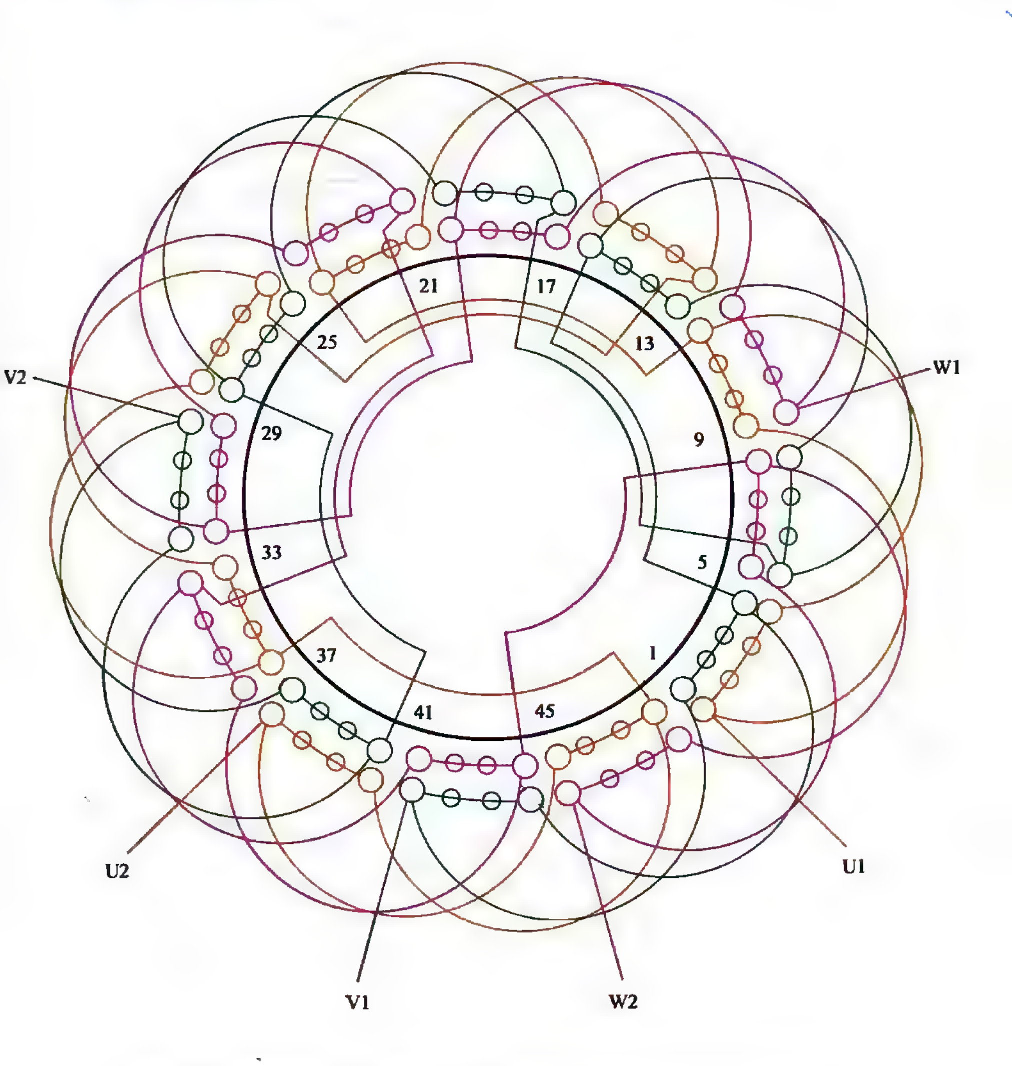


图 4-6　48 槽 4 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.7 48槽4极（$y=8$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	电机极数	$2p=4$
总线圈数	$Q=48$	线圈组数	$u=12$
每组圈数	$S=4$	极相槽数	$q=4$
绕组极距	$\tau=12$	线圈节距	$y=8$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=15°$
分布系数	$K_d=0.958$	节距系数	$K_p=0.866$
绕组系数	$K_{dp}=0.83$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组结构与上例基本相同，每组均由4只线圈组成，每相有4组线圈；但绕组分为二路并联，故每相分两个支路，每一支路由相邻两组线圈按反极性串联，两支路接好后分别把首尾并接再引出线。绕组线圈节距较短，故吊边数相对较少而有利于嵌线；但绕组系数较低。此绕组实际应用不多，主要实例有YZR2-132M2-4。

（3）绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为8。嵌线顺序见表4-7。

表4-7 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40		39		38		37		36	
	上层										48		47		46		45		44
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层	35		34		33		32		……		9		8		7		6	
	上层		43		42		41		40	……			17		16		15		14
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-7 所示。

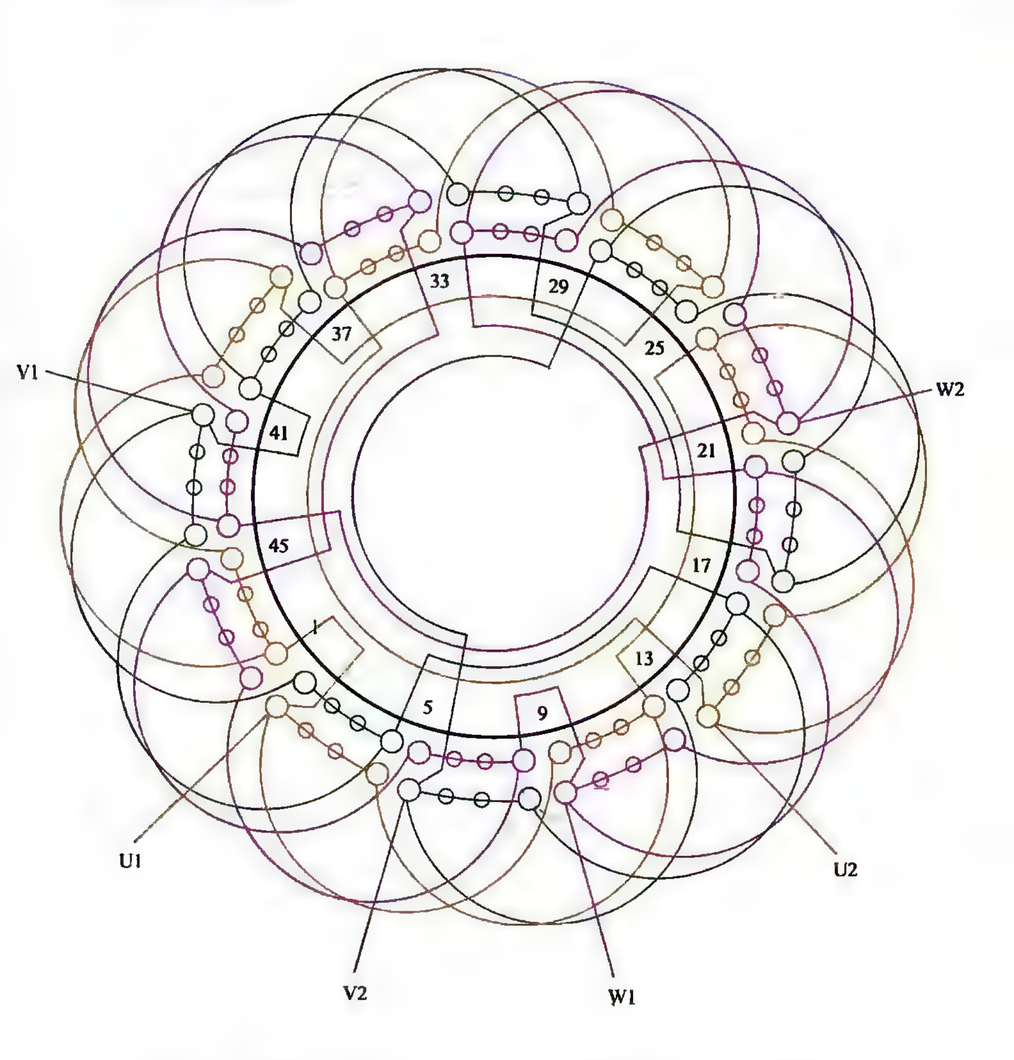


图 4-7　48 槽 4 极（$y=8$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.8 48槽4极（$y=8$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	电机极数	$2p=4$
总线圈数	$Q=48$	线圈组数	$u=12$
每组圈数	$S=4$	极相槽数	$q=4$
绕组极距	$\tau=12$	线圈节距	$y=8$
并联路数	$a=4$	每槽电角	$\alpha=15°$
分布系数	$K_d=0.958$	节距系数	$K_p=0.866$
绕组系数	$K_{dp}=0.83$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本绕组由四联线圈构成，每相有4组线圈，其基本结构与上例相同，唯并联路数改为4路，则每相有4个支路，每支路仅一组线圈，并按同相相邻反极性并联。绕组选用的线圈节距仅为极距的2/3，所以嵌线吊边数较少而具有较佳的工艺性，但绕组系数偏低。此绕组在国产系列中也找不到实例，仅供改绕修理时选用。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为8。嵌线顺序见表4-8。

表4-8 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	48	47	46	45	44		43		42		41		40	
	上层										4		3		2		1		48
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层	39		38		37	……			14		13		12		11		10	
	上层		47		46		……		23		22		21		20		19		18
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	9		8		7		6		5									
	上层		17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图 4-8 所示。

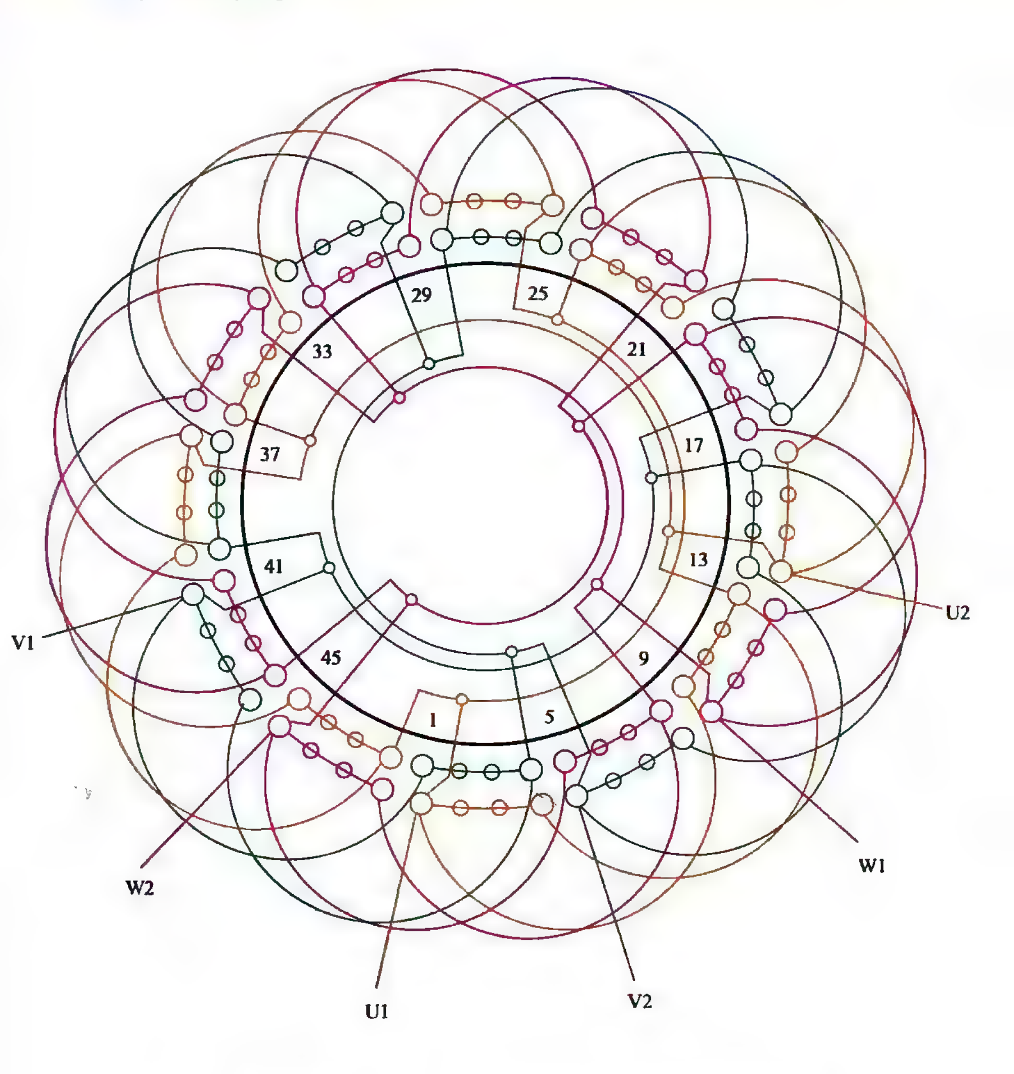


图 4-8　48 槽 4 极（$y=8$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.9 48槽4极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	电机极数	$2p=4$
总线圈数	$Q=48$	线圈组数	$u=12$
每组圈数	$S=4$	极相槽数	$q=4$
绕组极距	$\tau=12$	线圈节距	$y=9$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=15°$
分布系数	$K_d=0.958$	节距系数	$K_p=0.924$
绕组系数	$K_{dp}=0.885$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

绕组由四联组构成，每相由4组线圈按相邻反极性串联而成。绕组采用较常用的短节距，但较上例增长1槽，故绕组系数也略有提高。此绕组实际应用也不多，主要应用实例有J-81-4。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组宜用交叠嵌线法，嵌线时要吊起9边，从第10只线圈起可将线圈整嵌。嵌线顺序见表4-9。

表4-9 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39		38		37		36		35
	上层											48		47		46		45	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		34		33		32		31	……			8		7		6		5
	上层	44		43		42		41		……		18		17		16		15	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		4		3		2		1										
	上层	14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-9 所示。

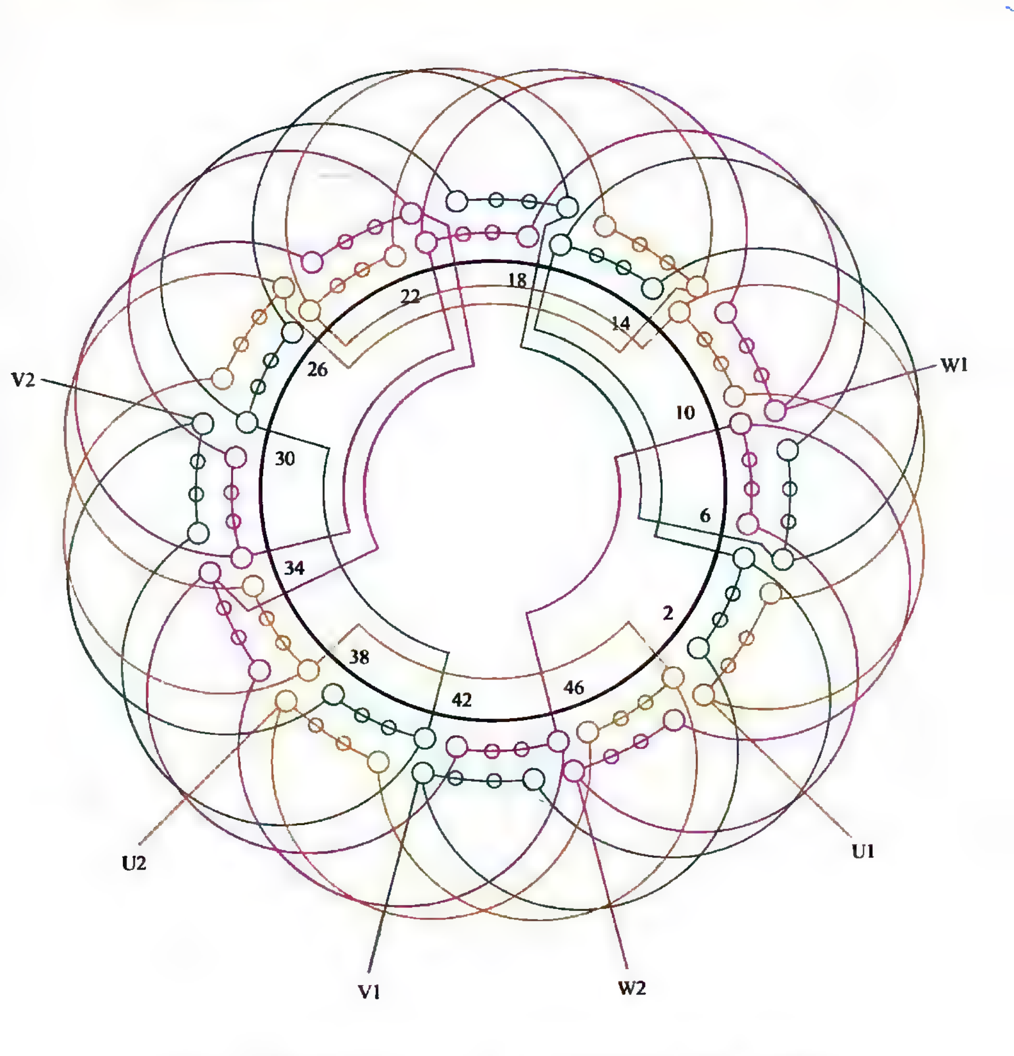


图 4-9　48 槽 4 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.10 48 槽 4 极（$y=9$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　每组圈数 $S=4$　　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$　　极相槽数 $q=4$　　分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=48$　　绕组极距 $\tau=12$　　节距系数 $K_p=0.924$

线圈组数 $u=12$　　线圈节距 $y=9$　　绕组系数 $K_{dp}=0.885$

每槽电角 $\alpha=15°$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组节距与上例相同，每组有 4 只线圈组成，而采用二路并联，故每相分为两个支路，每一支路由相邻两组线圈按反极性串联，而二个支路首尾分别并接后出线。此绕组主要应用于老系列 J-81-4 及同步发电机 T2-225L-4、T2-225M-4 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见表 4-10。

表 4-10　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39		38		37		36		35		34		33		32
	上层											48		47		46		45		44		43		42	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	45	47	48
槽号	下层		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20
	上层	41		40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8
	上层	29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18	
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1										
	上层	17		16		15		14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-10 所示。

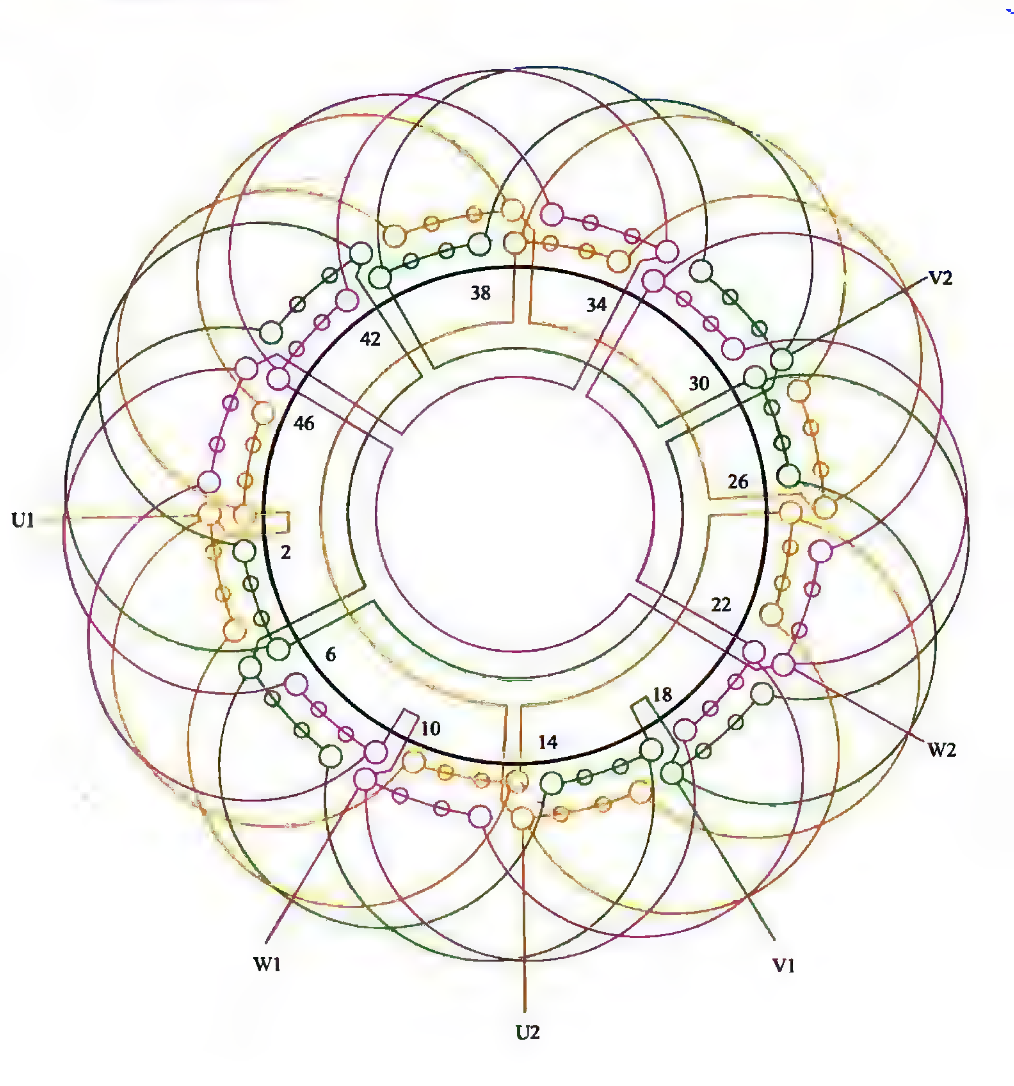


图 4-10　48 槽 4 极（$y=9$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.11 48 槽 4 极（$y=9$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　电机极数 $2p=4$

总线圈数 $Q=48$　　线圈组数 $u=12$

每组圈数 $S=4$　　极相槽数 $q=4$

绕组极距 $\tau=12$　　线圈节距 $y=9$

并联路数 $a=4$　　每槽电角 $\alpha=15°$

分布系数 $K_d=0.958$　　节距系数 $K_p=0.924$

绕组系数 $K_{dp}=0.885$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组结构与上例基本相同，每组由 4 只线圈组成，每相有 4 组线圈，因其接线是 4 路并联，故每一支路仅一组线圈，并按相邻极性相反进行并联。此绕组实际应用不多，主要实例有老系列的 J-82-4 电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见表 4-11。

表 4-11　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39		38		37		36		35
	上层											48		47		46		45	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	……		68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		34		33		……		10		9		8		7		6		5
	上层	44		43		42	……			19		18		17		16		15	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		4		3		2		1										
	上层	14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图4-11所示。

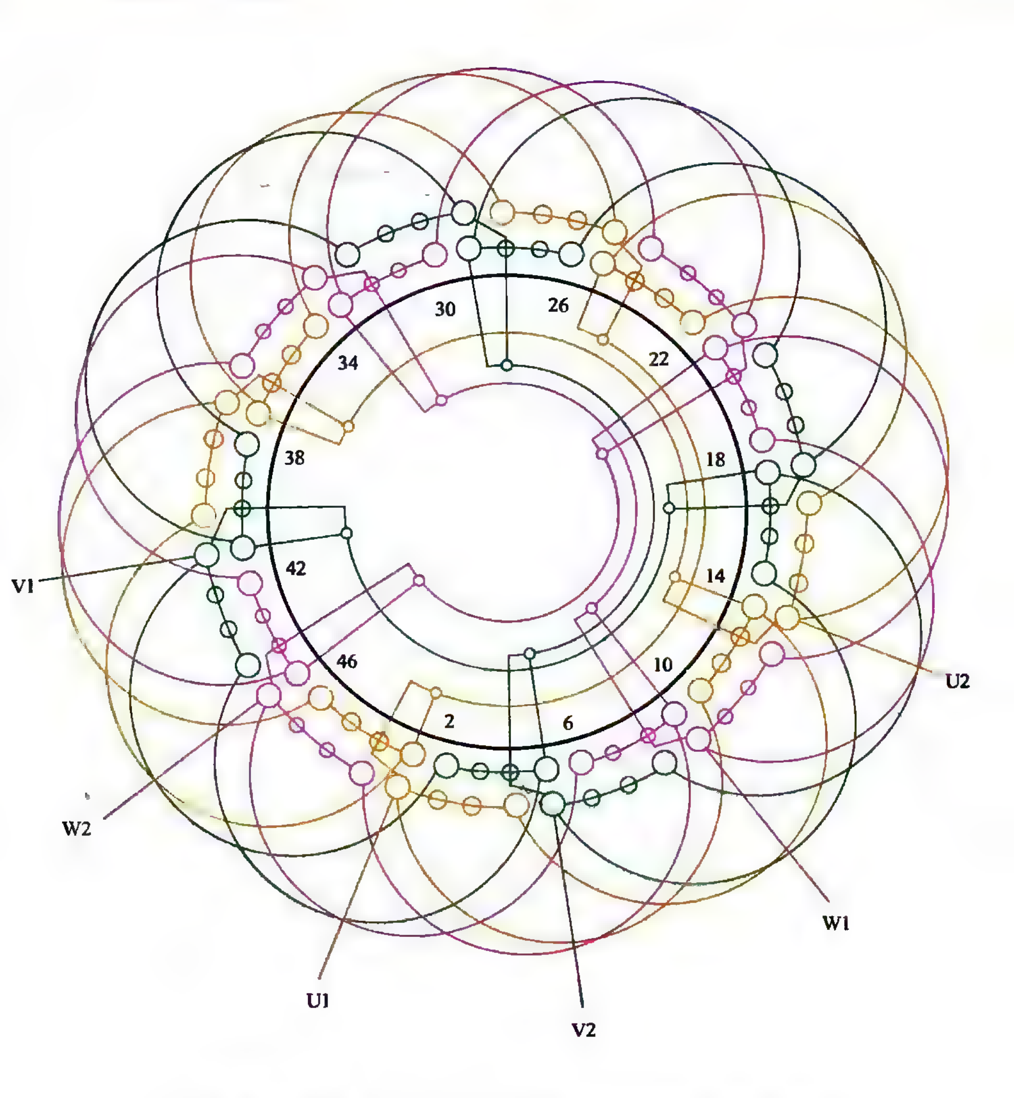


图4-11　48槽4极（$y=9$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.12 48槽4极（$y=10$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	每组圈数	$S=4$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=4$	分布系数	$K_d=0.958$
总线圈数	$Q=48$	绕组极距	$\tau=12$	节距系数	$K_p=0.966$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=10$	绕组系数	$K_{dp}=0.92$
每槽电角	$\alpha=15°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组为二路并联，进线后分左右两路反极性串联，是电机产品中应用较多的布接线型式之一。主要应用实例有 Y-180L-4、JO2L-71-4 铝绕组电动机，YX-200L-4 高效率电动机、TSN42.3/27-4、TSWN42.3/27-4 小容量水轮发电机，以及新系列 Y3-250M-4 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 10。嵌线顺序见表 4-12。

表 4-12 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	48	47	46	45	44	43	42		41		40		39	
	上层												4		3		2		1
嵌绕次序		19	20	21	22	23		……		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层	38		37		36		……		13		12		11		10		9	
	上层		48		47			……			23		22		21		20		19
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	8		7		6		5											
	上层		18		17		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图4-12所示。

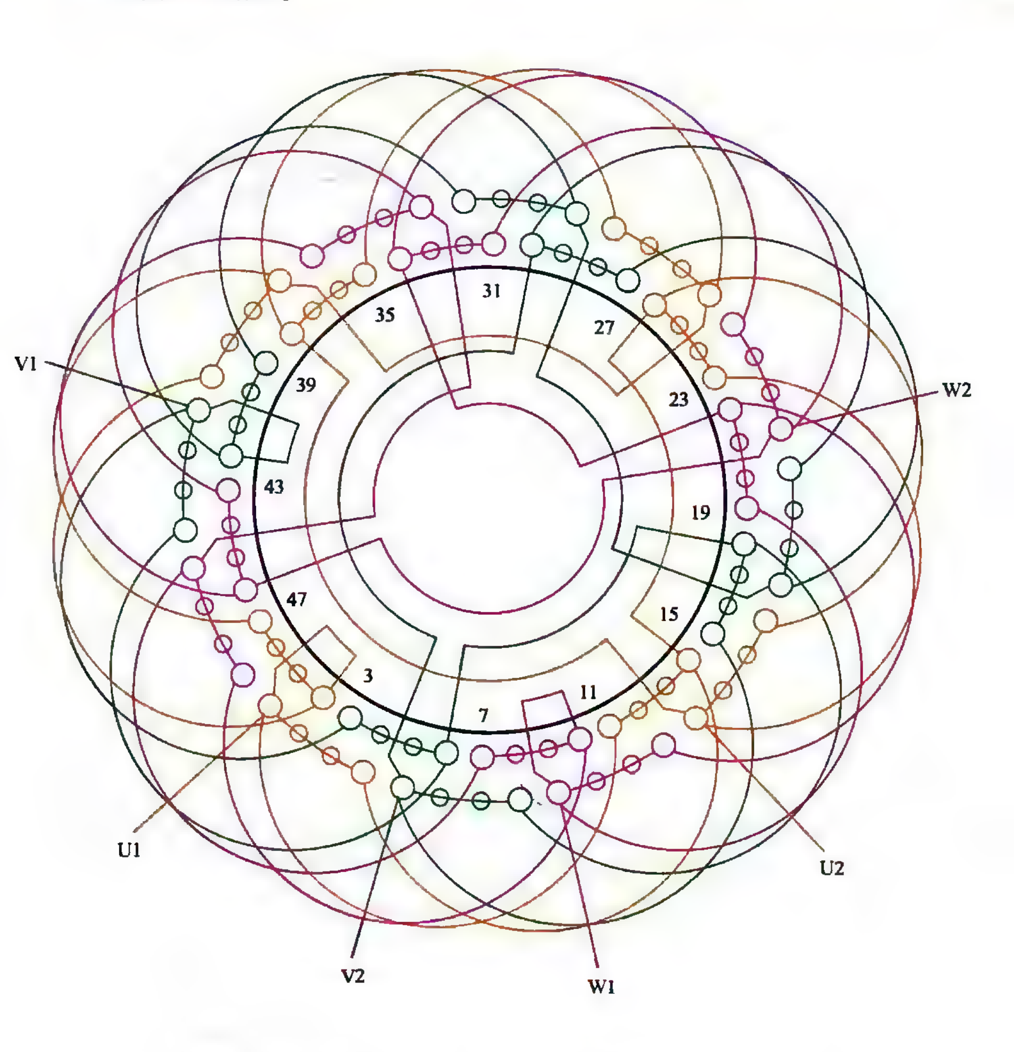


图4-12　48槽4极（$y=10$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.13 48槽4极（$y=10$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	每组圈数	$S=4$	并联路数	$a=4$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=4$	分布系数	$K_d=0.958$
总线圈数	$Q=48$	绕组极距	$\tau=12$	节距系数	$K_p=0.966$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=10$	绕组系数	$K_{dp}=0.92$
每槽电角	$\alpha=15°$	出线根数	$c=6$		

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由四联组组成，每相有4个线圈组，因是4路并联，故每相分4个支路，则每一支路仅有一组线圈，接线时需把同相相邻的线圈组按一正一反并接。此绕组实际应用也较多，主要实例如老系列铝线绕组电动机JO2L-72-4、高效率电动机YX-180M-4、新系列电动机Y200L-4以及YR225M2-4等。

(3) 绕组嵌线方法

本例为交叠嵌线，吊边数为10。嵌线顺序见表4-13。

表4-13 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38		37		36		35	
	上层												48		47		46		45
嵌绕次序		19	20	21	22	23		......		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层	34		33		32		......		9		8		7		6		5	
	上层		44		43			......			19		18		17		16		15
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	4		3		2		1											
	上层		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-13 所示。

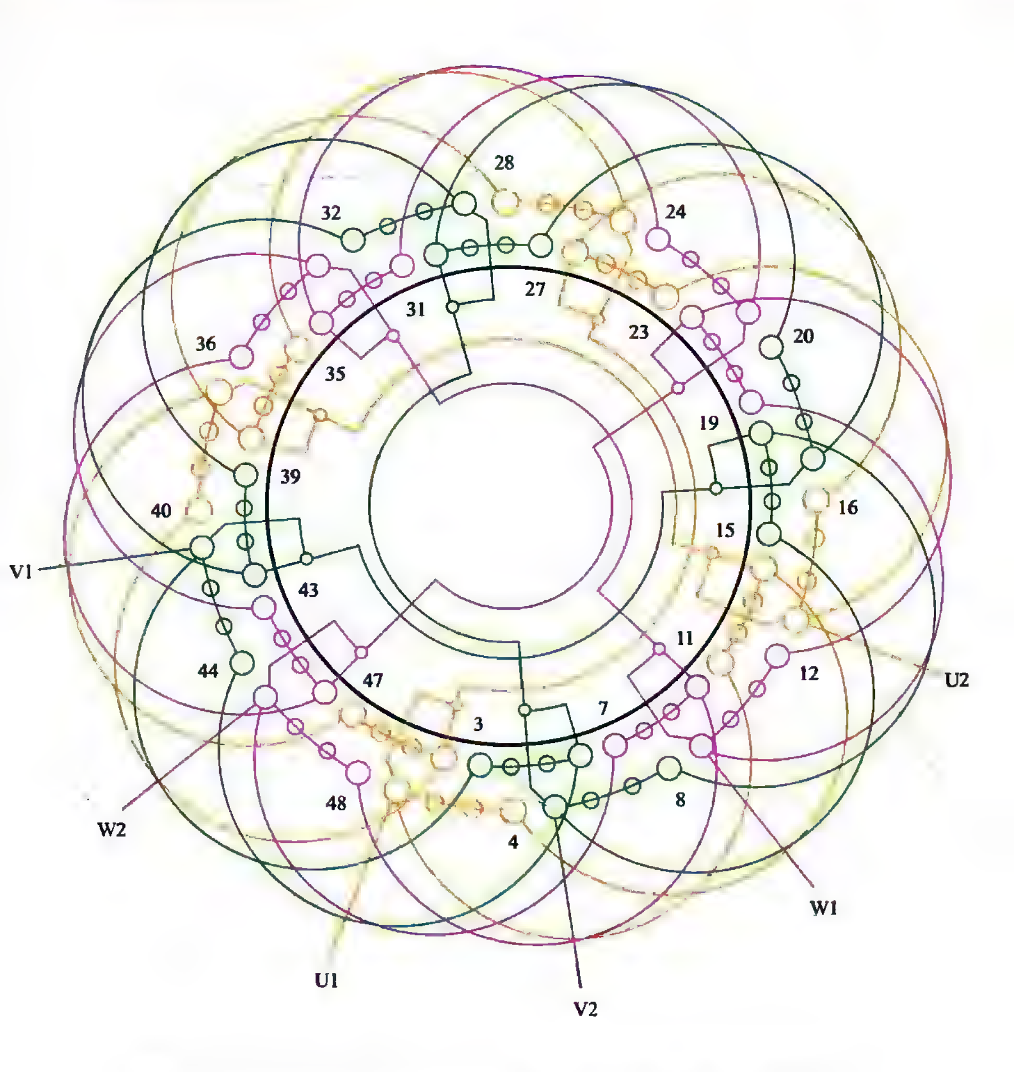


图 4-13　48 槽 4 极（$y=10$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.14　48 槽 4 极（$y=11$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	电机极数	$2p=4$
总线圈数	$Q=48$	线圈组数	$u=12$
每组圈数	$S=4$	极相槽数	$q=4$
绕组极距	$\tau=12$	线圈节距	$y=11$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=15°$
分布系数	$K_d=0.958$	节距系数	$K_p=0.991$
绕组系数	$K_{dp}=0.949$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组每相有 4 个线圈组，每组由 4 只线圈串接而成；本例采用一路串联，接线时应把同相相邻的线圈组按一正一反串接。本绕组线圈节距较上例增长一槽，故绕组系数略有提高，但嵌线吊边数增加一槽，使工艺性稍差。此绕组实际应用不多，主要实例有 Y 系列绕线式电动机 YR280-4 的转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 11。嵌线顺序见表 4-14。

表 4-14　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37		36		35		34
	上层													48		47		46	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		33		32		31		30	……			7		6		5		4
	上层	45		44		43		42		……		19		18		17		16	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-14 所示。

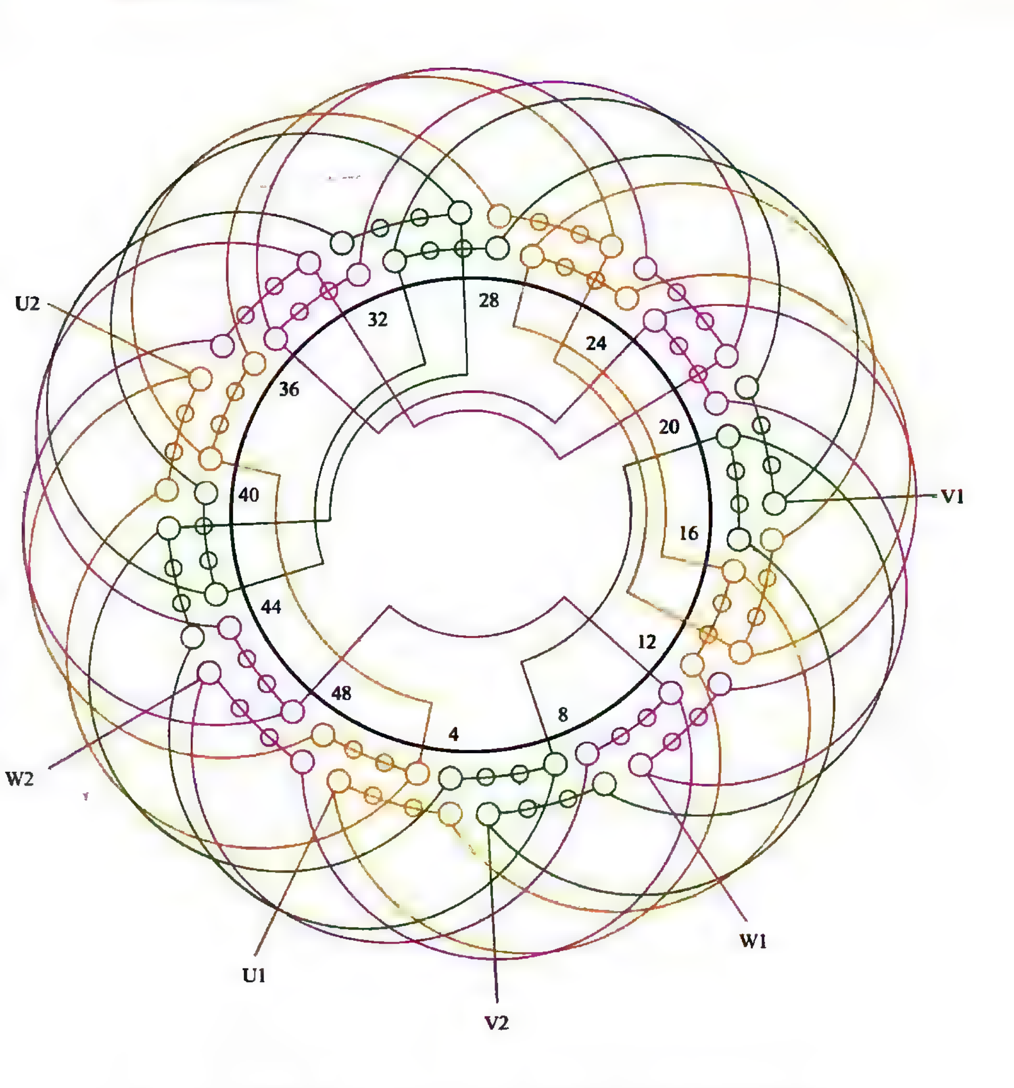


图 4-14　48 槽 4 极（$y=11$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.15 48槽4极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=4$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=4$　分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=48$　绕组极距 $\tau=12$　节距系数 $K_p=0.991$

线圈组数 $u=12$　线圈节距 $y=11$　绕组系数 $K_{dp}=0.949$

每槽电角 $\alpha=15°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组布线同上例，但采用二路并联，接线时在进线后向左右两侧走线，并确保同相相邻线圈组极性相反。主要应用实例有绕线式异步电动机 YR-225M1-4 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法，吊边数为 11。嵌线顺序见表 4-15。

表 4-15 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	48	47	46	45	44	43	42	41		40		39		38
	上层													4		3		2	
嵌绕次序		19	20	21	22	23		......		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		37		36			......			12		11		10		9		8
	上层	1		18		17		......		24		23		22		21		20	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		7		6		5												
	上层	19		18		17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图4-15所示。

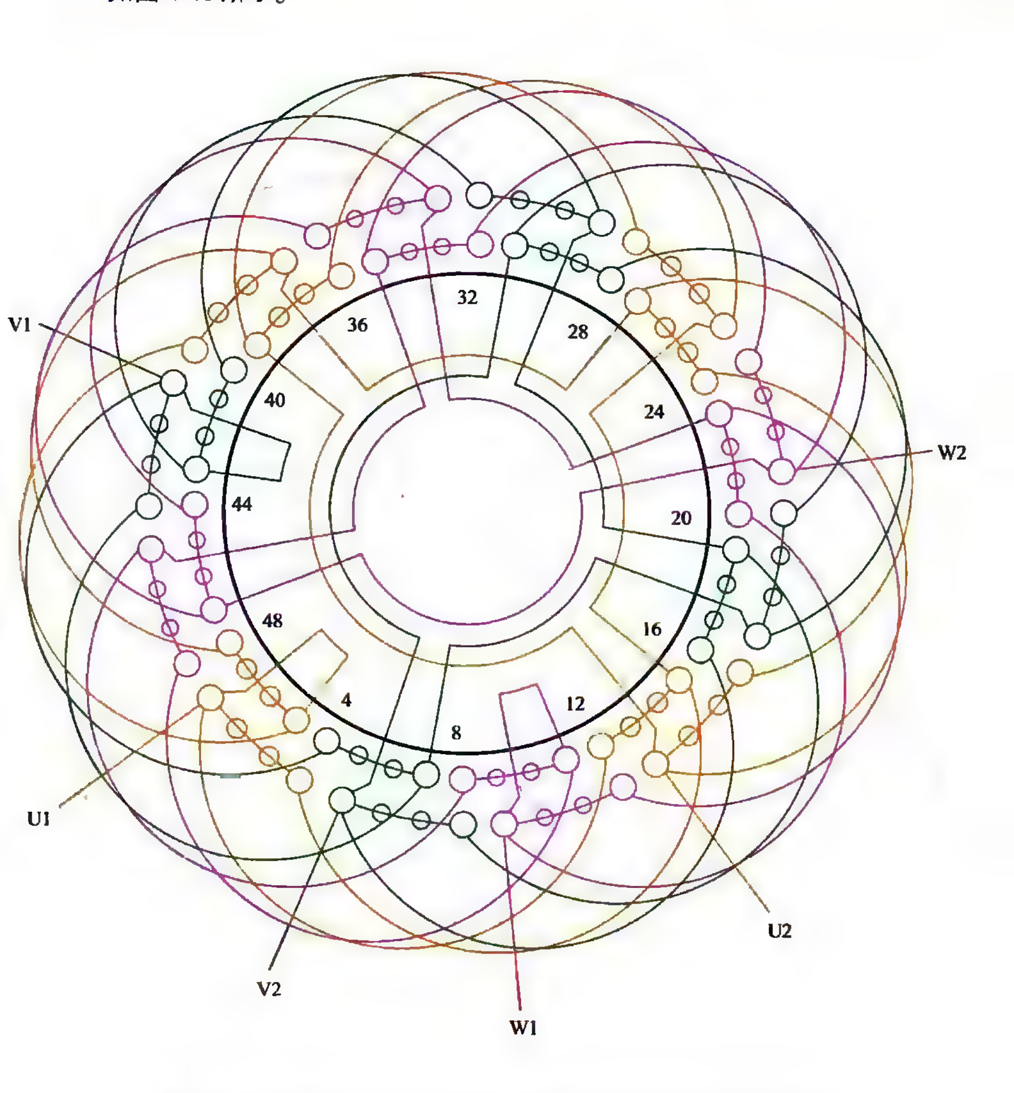


图4-15　48槽4极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.16 48槽4极（$y=11$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	每组圈数	$S=4$	并联路数	$a=4$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=4$	分布系数	$K_d=0.958$
总线圈数	$Q=48$	绕组极距	$\tau=12$	节距系数	$K_p=0.991$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=11$	绕组系数	$K_{dp}=0.949$
每槽电角	$\alpha=15°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组结构与上例基本相同，即每组有4只线圈，每相由4组线圈构成，故每相分为4个支路则每一支路仅一组线圈，按同相相邻线圈组极性相反并联。此绕组选用节距偏大，增加了嵌线难度，但绕组系数较高。主要应用实例有Y系列电动机，如Y-225S-4、YR-250M1-4以及Y3-225M-4等。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为11。嵌线顺序见表4-16。

表4-16 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37		36		35		34
	上层													48		47		46	
嵌绕次序		19	20	21	22	23		……		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		33		32			……			8		7		6		5		4
	上层	45		44		43		……		20		19		18		17		16	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-16 所示。

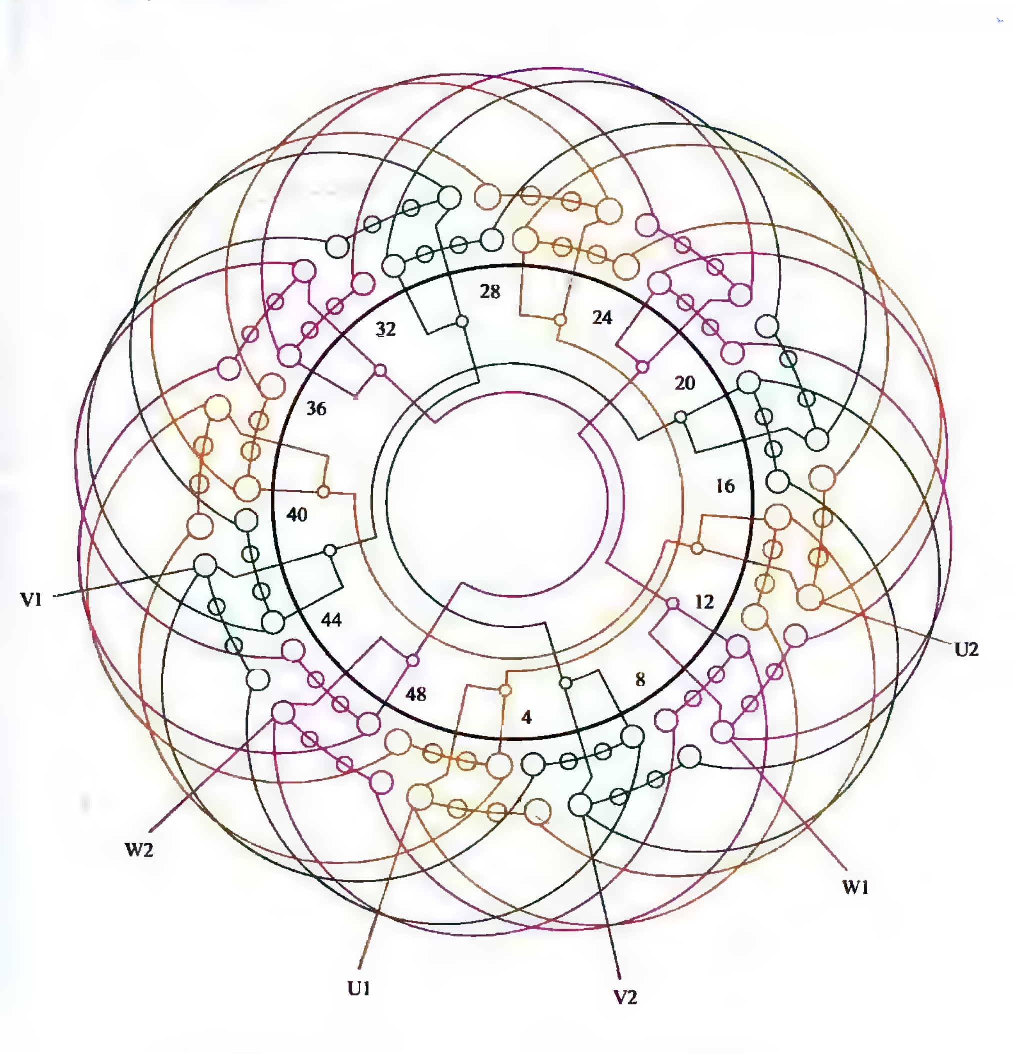


图 4-16　48 槽 4 极（$y=11$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.1.17　48槽4极（y=12、a=1）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=48$　　每组圈数　$S=4$　　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　　极相槽数　$q=4$　　分布系数　$K_d=0.958$

总线圈数　$Q=48$　　绕组极距　$\tau=12$　　节距系数　$K_p=1.0$

线圈组数　$u=12$　　线圈节距　$y=12$　　绕组系数　$K_{dp}=0.958$

每槽电角　$\alpha=15°$　　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用满距布线，吊边数较多，给嵌线增加了难度，故一般应用于定子铁芯内腔较大的电机；此外，绕组存在的三次谐波也较大，电机运行性能较差，故目前的产品极少应用，仅用于J91-4、J92-4等老式异步电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为12。嵌线顺序见表4-17。

表4-17　交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号 下层	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36		35		34	
槽号 上层														48		47		46
嵌绕次序	19	20	21	22	23		……		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号 下层	33		32		31		……		8		7		6		5		4	
槽号 上层		45		44			……			20		19		18		17		16
嵌绕次序	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号 下层	3		2		1													
槽号 上层		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-17 所示。

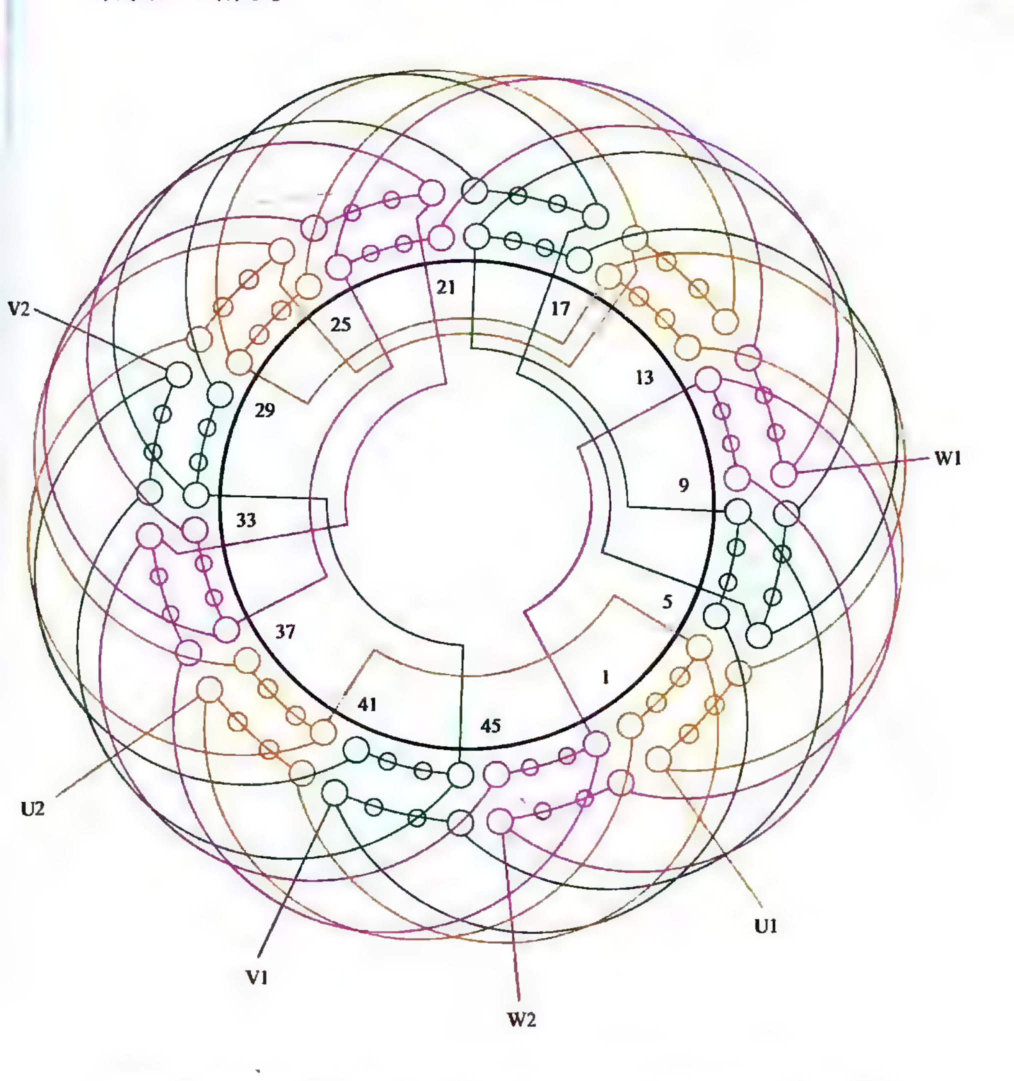


图 4-17　48 槽 4 极（$y=12$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

4.1.18 48槽4极（$y=12$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　每组圈数 $S=4$　　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$　　极相槽数 $q=4$　　分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=48$　　绕组极距 $\tau=12$　　节距系数 $K_p=1.0$

线圈组数 $u=12$　　线圈节距 $y=12$　　绕组系数 $K_{dp}=0.958$

每槽电角 $\alpha=15°$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用满距布线，吊边数较多，不利于嵌线，而且容易使电枢产生三次谐波而影响运行性能，故在产品中除 J 系列淘汰电机中个别型号定子中有过应用外，目前已不用于定子。但新系列中应用于部分 YZR2-280-4 的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 12。嵌线顺序见表 4-18。

表 4-18　交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号 下层	4	3	2	1	48	47	46	45	44	43	42	41	40		39		38	
槽号 上层														4		3		2

嵌绕次序	19	20	21	22	23	24		……		70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号 下层	37		36		35			……			11		10		9		8	
槽号 上层		1		48		47		……		24		23		22		21		20

嵌绕次序	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号 下层	7		6		5													
槽号 上层		19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图4-18所示。

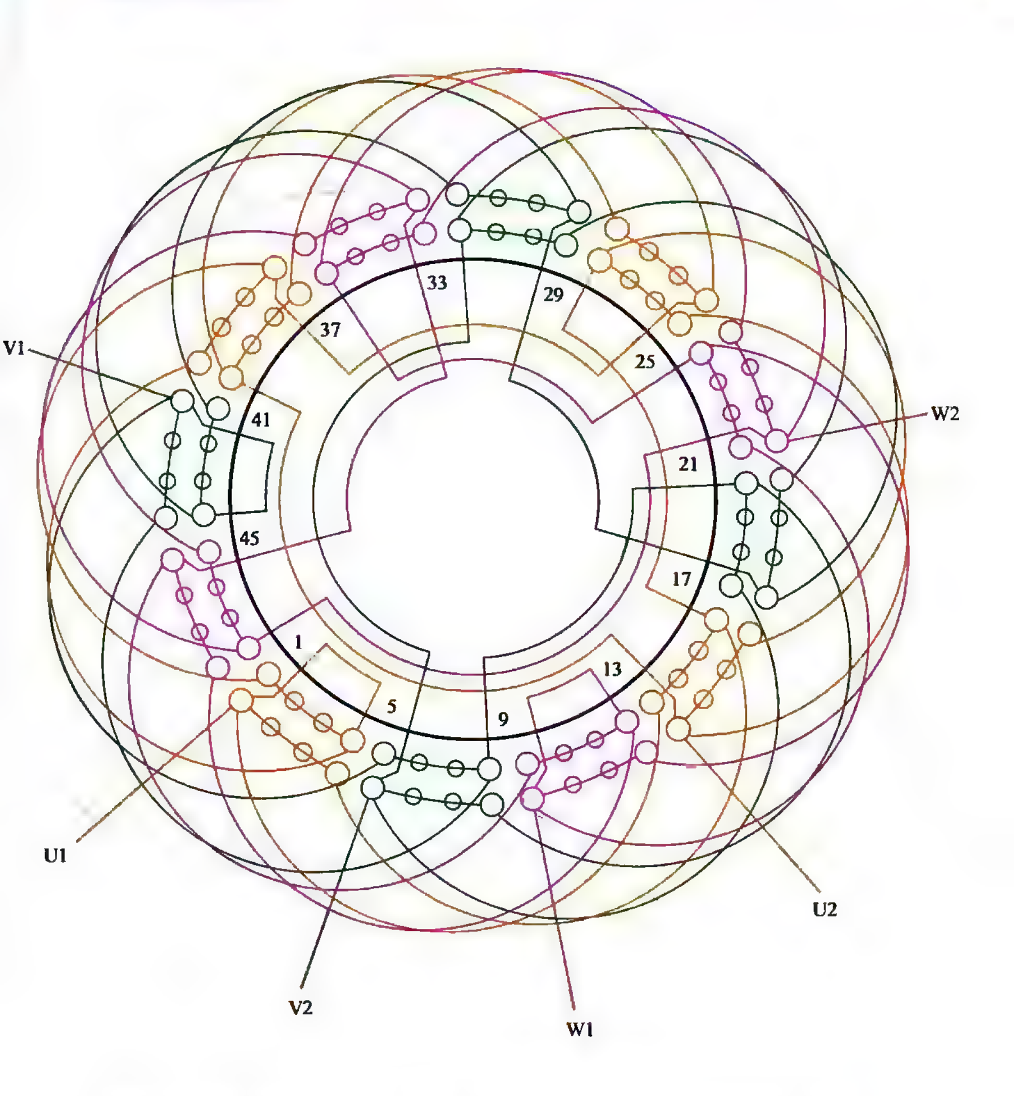


图4-18　48槽4极（$y=12$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

4.1.19 48槽4极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式布线*

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　每组圈数 $S=2$　　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　　极相槽数 $q=4$　　线圈节距 $y=10$

总线圈数 $Q=24$　　绕组极距 $\tau=12$　　绕组系数 $K_{dp}=0.958$

线圈组数 $u=12$　　每槽电角 $\alpha=15°$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用实例

本例绕组采用显极布线，每相有4个线圈组，每组由2只等节距线圈交叠而成；同相两组线圈极性必须相反，即组间连接是“尾接尾”或“头接头”的反向串联。本例虽是48槽4极的基本接线型式，但实际应用不多，国内目前主要应用在绕线式转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可采用两种方法，整嵌法嵌线形成三平面端部，通常极少采用；常用交叠嵌线，即嵌2槽沉边，空2槽再嵌2槽，吊边数为4。嵌线顺序见表4-19。

表4-19　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	2	1	46	45	42		41		38		37		34		33		30		29		26		25	
	浮边						4		3		48		47		44		43		40		39		36		35
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	45	47	18
槽号	沉边	22		21		18		17		14		13		10		9		6		5					
	浮边		32		31		28		27		24		23		20		19		16		15	12	11	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 4-19 所示。

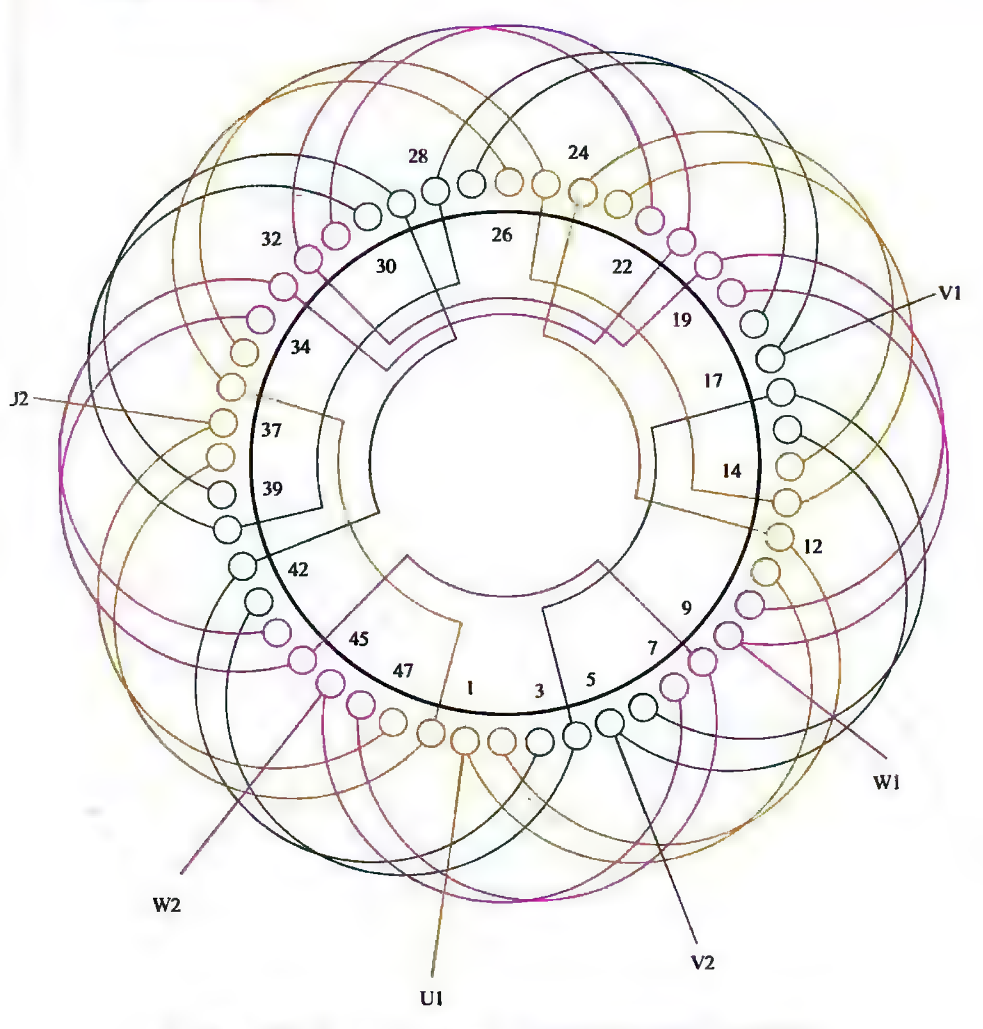


图 4-19　48 槽 4 极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式布线

注：标题解释　　本例是单层叠式布线，属于常规采用的显极型式；庶极布线见例 2.2.12。因是单层，线圈总数只有槽数的一半：例如本例 48 槽，故总线圈数 $Q=24$。单叠绕组的主要特征：每极相槽数必须是 4 或以上的偶数（如 $q=4$、6、8…等），其每组圈数 $S=q/2$，且相等。因属显极，每相组数等于极数，接线时要使同相组间反极性。以下凡单层叠式布线同此解释。

4.1.20 48槽4极（y=10、a=2）三相电动机绕组单层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	每组圈数	$S=2$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=4$	线圈节距	$y=10$
总线圈数	$Q=24$	绕组极距	$\tau=12$	绕组系数	$K_{dp}=0.958$
线圈组数	$u=12$	每槽电角	$\alpha=15°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例布线与上例相同，由两只等节距交叠线圈组成线圈组，并由4组线圈构成一相绕组，但采用二路并联接线，接线是采用短跳接线，逆向分路走线。例如，U1进线则分两路，一路进U相第1组线圈，逆时向走线，再与第2组反串连接；另一路从第4组进入，顺时向走线与第3组反串连接后，将两组尾端并联出线U2。这种接线具有连接线短、接线方便等优点，本书二路并联均采用这种接线型式。此绕组用于JO2L-71电动机和绕线转子电动机的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线一般都采用交叠法后退式嵌线，嵌线顺序可参考上例。为适应某些修理嵌线习惯，本例特介绍前进式嵌线，以供参考。嵌线顺序见表4-20。

表4-20 交叠法（前进式嵌线）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	沉边	11	12	15	16	19		20		23		24		27		28	
	浮边						9		10		13		14		17		18
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	沉边	31		32		35		36		39		40		43		44	
	浮边		21		22		25		26		29		30		33		34
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	沉边	47		48		3		4		7		8					
	浮边		37		38		41		42		45		46	1	2	5	6

(4) 绕组端面布接线

如图 4-20 所示。

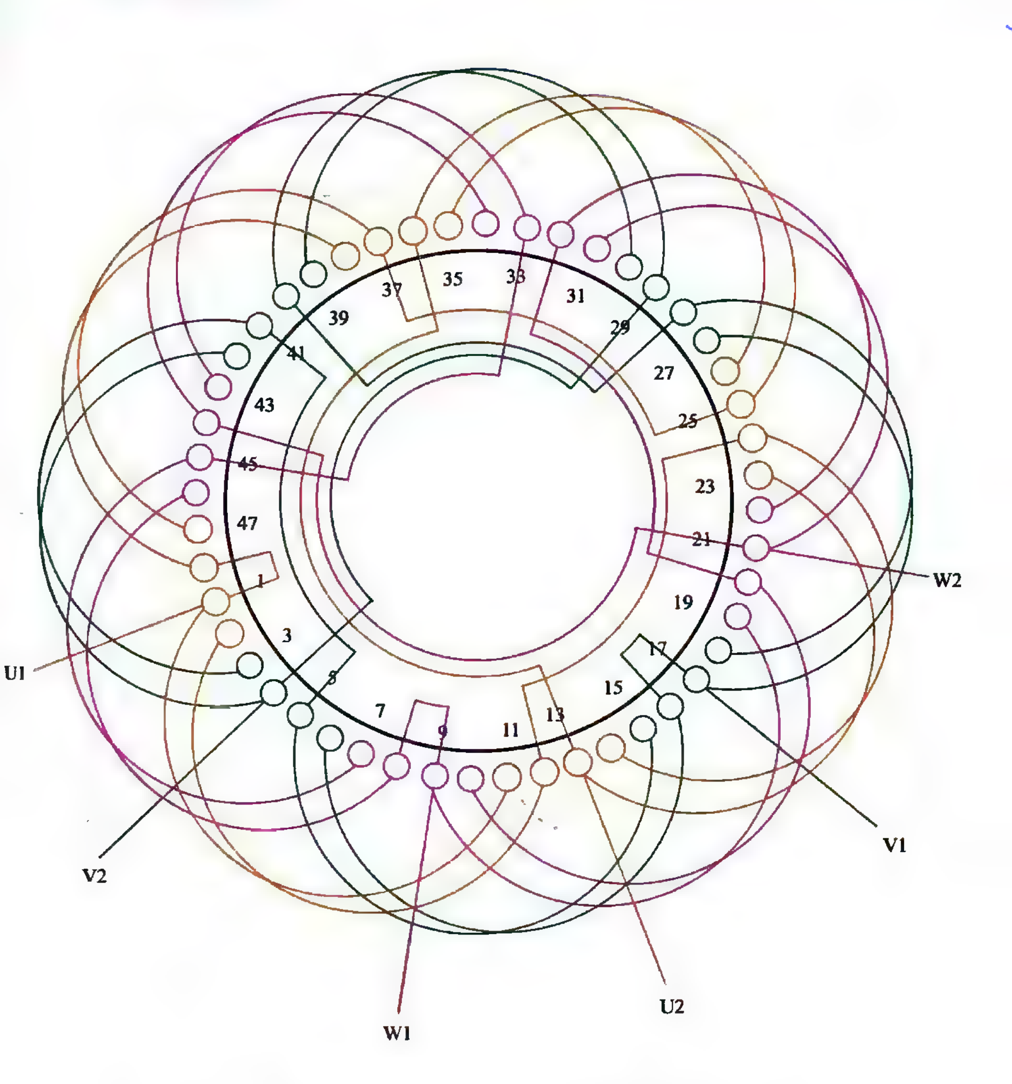


图 4-20　48 槽 4 极（$y=10$、$a=2$）三相电动机绕组单层叠式布线

4.1.21 48 槽 4 极（$a=1$）三相电动机绕组单层同心式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　每组圈数 $S=2$　　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　　极相槽数 $q=4$　　线圈节距 $y=11$、9

总线圈数 $Q=24$　　绕组极距 $\tau=12$　　绕组系数 $K_{dp}=0.958$

线圈组数 $u=12$　　每槽电角 $\alpha=15°$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是单层同心式绕组，采用显极布线，绕组由同心双圈组成，每相有 4 组线圈，并按同相相邻反极性连接成一路串联。单层同心式在 48 槽中实际应用不多，一般用于修理时代换导线规格的备用绕组，故曾见用于 YX160M-4 的电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例可用两种方法嵌线，由于整嵌法构成三平面绕组，而 4 极绕组的线圈节距不大，故修理时一般都喜欢用交叠法。交叠嵌线是嵌入两槽吊起浮边向后退，空出两槽再嵌两槽，再吊两边退两槽，以后进行整圈嵌入。嵌线顺序见表 4-21。

表 4-21　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	46	45	42		41		38		37		34		33		30	
	浮边						3		4		47		48		43		44		39
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	29		26		25		22		21		18		17		14		13	
	浮边		40		35		36		31		32		27		28		23		24
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
槽号	沉边	10		9		6		5											
	浮边		19		20		15		16	11	12	7	8						

(4) 绕组端面布接线

如图 4-21 所示。

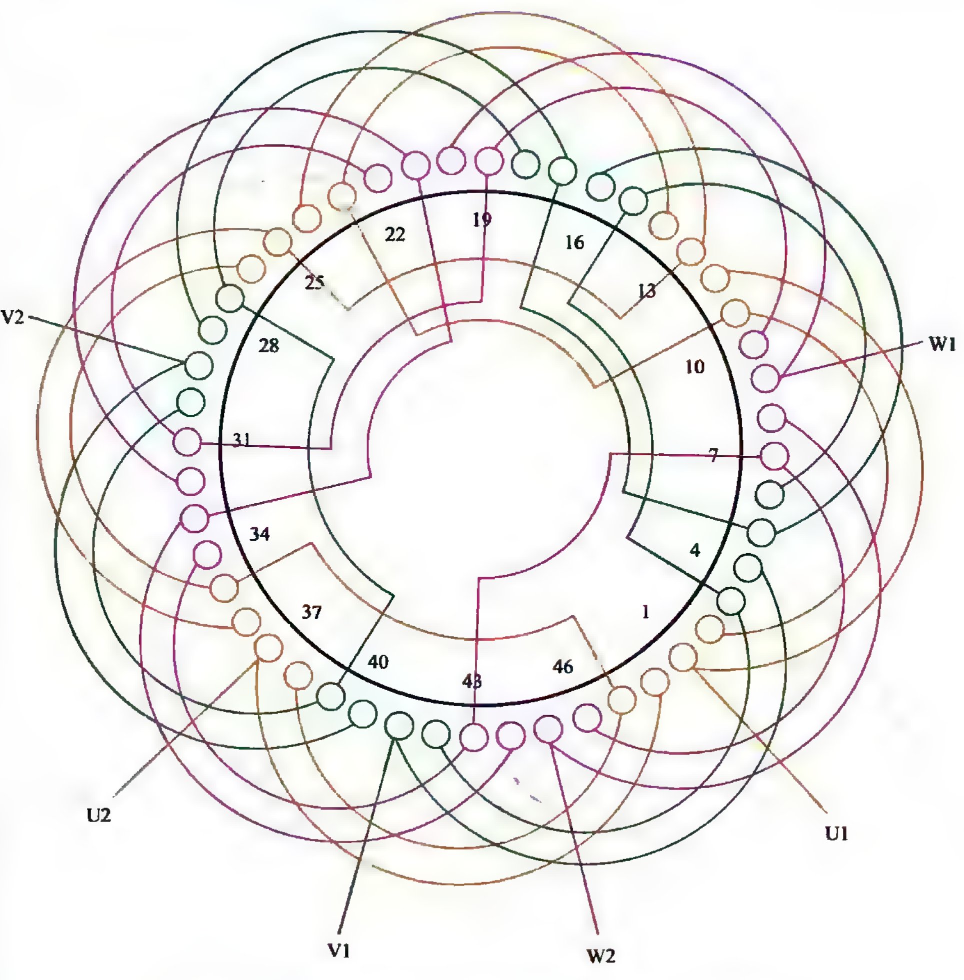


图 4-21　48 槽 4 极（$a=1$）三相电动机绕组单层同心式布线

注：标题解释 — 本例是单层同心式，属显极常规布线。所谓“同心式”是由 2 只或以上的同心形大小线圈组合成“回”字形的线圈组。它的每组圈数必须是$S>1$的整数，如本例 $S=2$；而且每组线圈数应为极相槽数的一半，即 $S=q/2$。此外，显极布线时，同相相邻线圈组极性相反。以下凡单层同心式布线同此解释。

4.1.22　48 槽 4 极（$a=2$）三相电动机绕组单层同心式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=48$　　每组圈数　$S=2$　　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=4$　　极相槽数　$q=4$　　线圈节距　$y=11、9$

总线圈数　$Q=24$　　绕组极距　$\tau=12$　　绕组系数　$K_{dp}=0.958$

线圈组数　$u=12$　　每槽电角　$\alpha=15°$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组是显极布线，采用二路并联。国外应用于转子绕组，国内曾见用于 JO2L-71-4 三相异步电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组可采用两种嵌法。

① 交叠法　嵌线时嵌 2 槽、空 2 槽，吊边数为 4，嵌线顺序见表 4-22（a）。

表 4-22（a）　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	2	1	46	45	42		41		38		37		34		33		30		29		26		25	
	浮边						3		4		47		48		43		44		39		40		35		36
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	45	47	48
槽号	沉边	22		21		18		17		14		13		10		9		6		5					
	浮边		31		32		27		28		23		24		19		20		15		16	11	12	7	8

② 整嵌法　无需吊边，分相嵌入构成三平面绕组。嵌线顺序见表 4-22（b）。

表 4-22（b）　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下平面	2	11	1	12	38	47	37	48	26	35	25	36	14	23	13	24
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	中平面	10	19	9	20	46	7	45	8	34	43	33	44	22	31	21	32
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	上平面	18	27	17	28	6	15	5	16	42	3	41	4	30	39	29	40

(4) 绕组端面布接线

如图 4-22 所示。

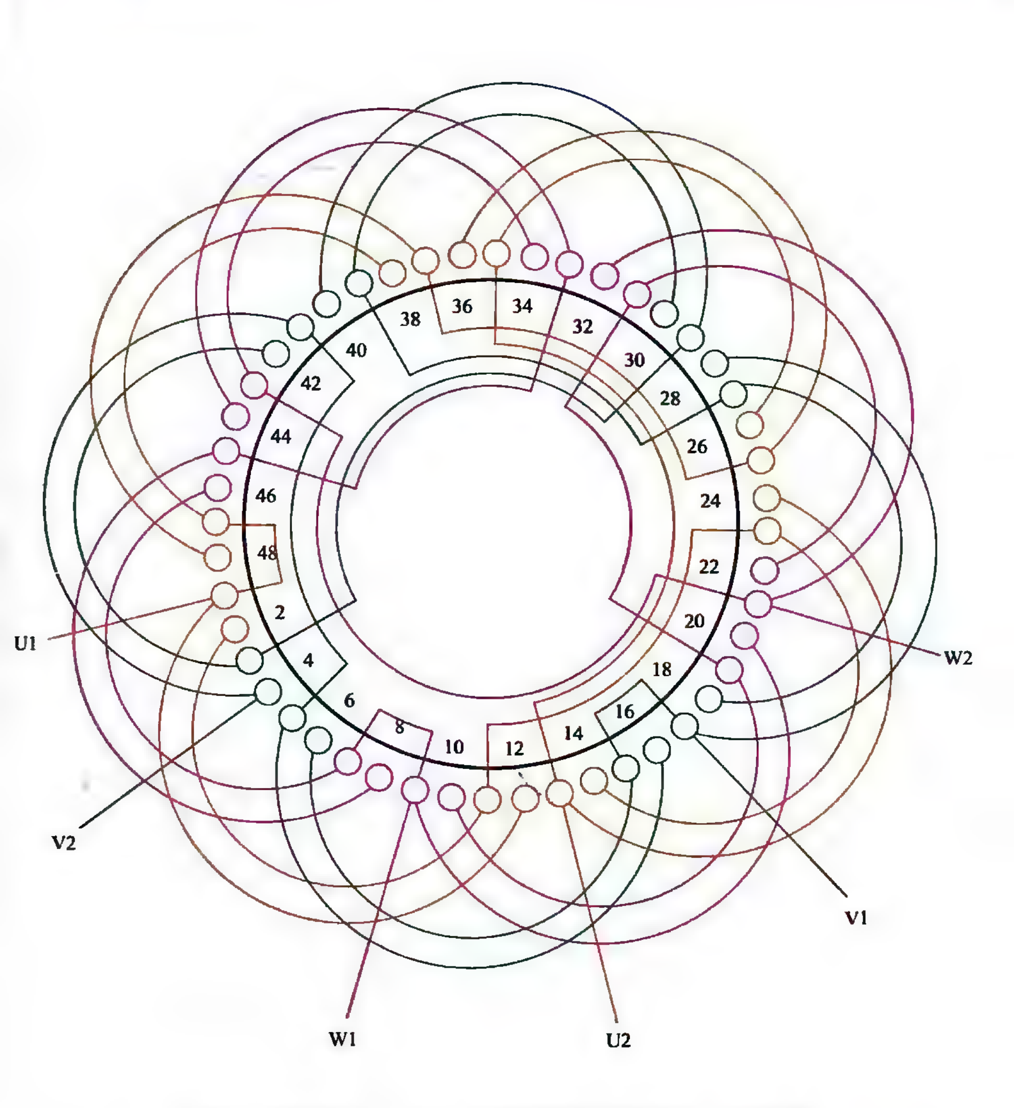


图 4-22　48 槽 4 极 ($a=2$) 三相电动机绕组单层同心式布线

4.1.23 48 槽 4 极（$a=4$）三相电动机绕组单相同心式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　每组圈数 $S=2$　　并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=4$　　极相槽数 $q=4$　　线圈节距 $y=11、9$

总线圈数 $Q=24$　　绕组极距 $\tau=12$　　绕组系数 $K_{dp}=0.958$

线圈组数 $u=12$　　每槽电角 $\alpha=15°$　　出线根数 $c=6$

(2) 线组布接线特点及应用举例

本例绕组结构基本与上例相同，即采用显极布线的单层同心式绕组，但采用四路并联，每相分四个支路，每一支路仅有一个双圈同心组，所以接线时必须保证同相相邻线圈组的极性相反。此绕组在系列电机中无实例，但曾用于 JO3-225S-4 和 Y200L-4 电动机的实修。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可有两种方法，但实际较多采用交叠法。交叠嵌线需吊 4 边，嵌线的基本规律是嵌两槽，退空两槽再嵌两槽。操作顺序见表 4-23。

表 4-23　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	46	45	42	41	38		37		34		33		30		29		26	
	浮边						47		48		43		44		39		40		35
嵌绕次序		19	20	21	22	……			38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	沉边	25		22		……				5		2		1					
	浮边		36		31	……			15		16		11		12	7	8	3	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-23 所示。

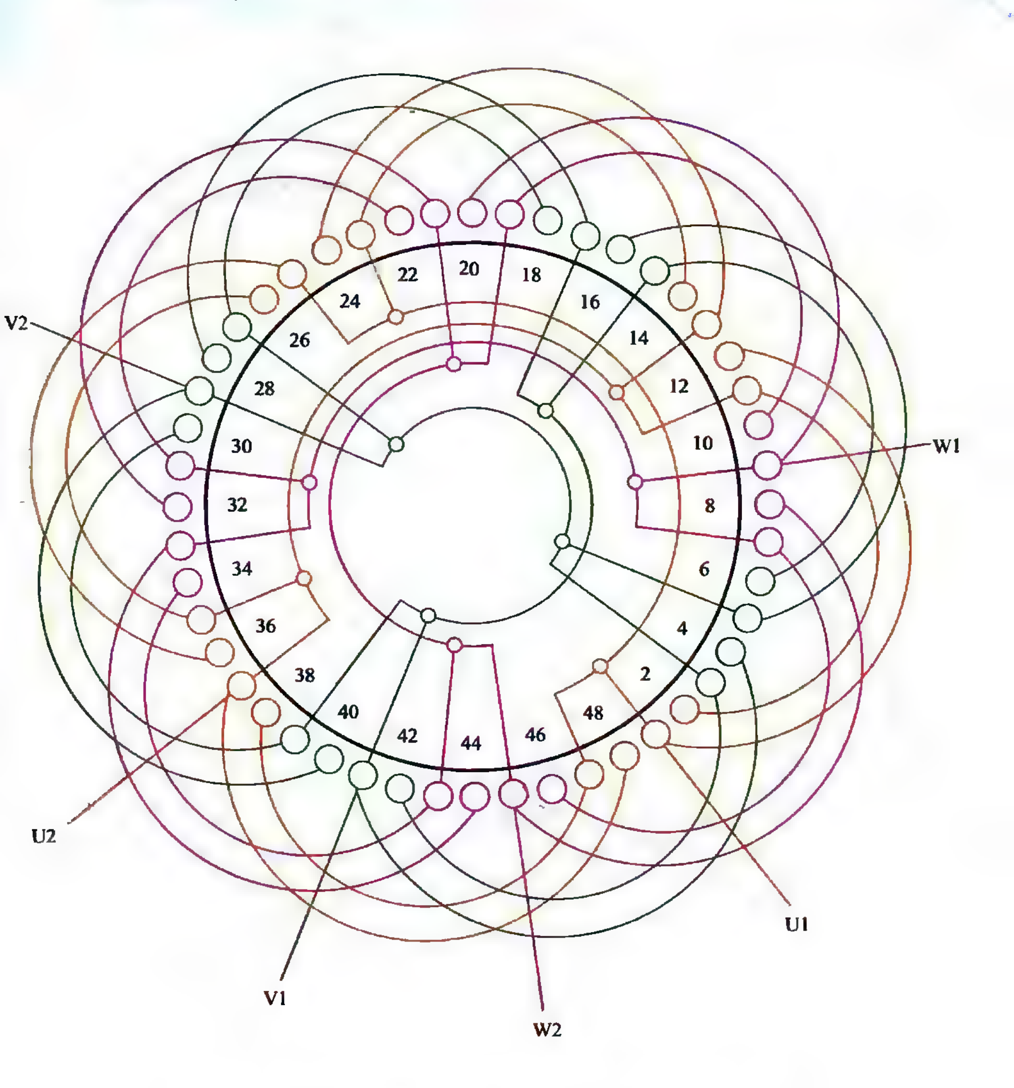


图 4-23　48 槽 4 极（$a=4$）三相电动机绕组单层同心式布线

4.2 48槽系列6极及以上极数电动机绕组端面布接线图

48槽定子绕制6极以上电动机的功率一般都不会很大，故双层布线也较少，反而实际应用单层相对较多；但48槽相应极数不能构成单层交叉式，也不能构成显极布线的同心式；此外，叠式绕组还可构成特别的分割式布线。

本节共有绕组17例，其中双层布线6例，单层布线11例。

4.2.1 48槽6极（$y=6$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=2$、3　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=2\frac{2}{3}$　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=48$　绕组极距 $\tau=8$　节距系数 $K_p=0.924$

线圈组数 $u=18$　线圈节距 $y=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.883$

每槽电角 $\alpha=22.5°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

48槽绕6极时 $q=2\frac{2}{3}=8/3$，是分数绕组，而且三相电动势不能满足完全的对称，故属非对称绕组。但其假分子 $C=8>6$，相角偏差小于3°，对性能影响不明显。本例绕组是用于YR系列电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例嵌线用交叠法，需吊边数为6。嵌线顺序见表4-24。

表4-24　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	48	47	46	45		44		43		42		41		40	
	上层								3		2		1		48		47		46
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24		……		70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层	39		38		37			……			13		12		11		10	
	上层		45		44		43		……		20		19		18		17		16
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层	9		8		7		6		5		4							
	上层		15		14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-24 所示。

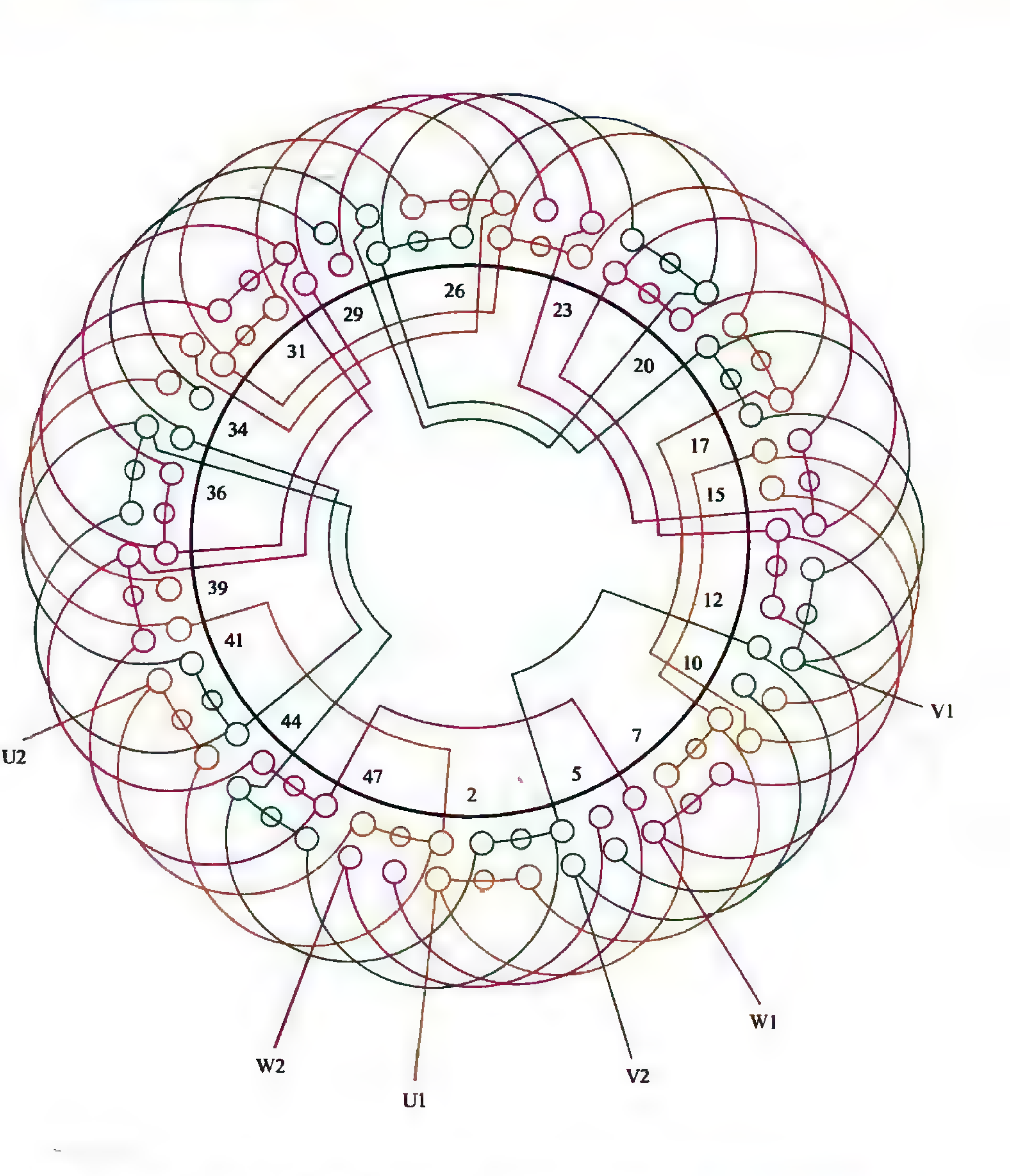


图 4-24　48 槽 6 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.2.2　48 槽 6 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	每组圈数	$S=2、3$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=2\frac{2}{3}$	分布系数	$K_d=0.956$
总线圈数	$Q=48$	绕组极距	$\tau=8$	节距系数	$K_p=0.981$
线圈组数	$u=18$	线圈节距	$y=7$	绕组系数	$K_{dp}=0.938$
每槽电角	$\alpha=22.5°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

此例三相电动势相角不能满足互差 120°电角度的条件，绕组内可能产生环流而引起发热、噪声和振动，故属非对称分数绕组。但当 $C \geqslant 6$（C 为每极相槽数化为假分数后的假分子数）时，三相绕组的相角偏差将小于 3°，其电动势偏差对电动机性能影响不大；而本例 $C=8$，故实用上还是允许的。

本例线圈分布循环规律为 3 2 3 2 3 3 3 3 2。三相绕组按对应磁极下的分布情况见表 4-25。

表 4-25　三相绕组对应磁极下的分布情况

绕组相别	U						V						W					
磁极序列	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
每组线圈数	$\underline{3}$	2	3	3	2	3	2	$\underline{3}$	3	2	3	3	$\underline{3}$	3	2	3	3	2

注：带“—”者为进线端。

主要应用实例有 YR-132M1-6 等绕线式异步电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 4-26。

表 4-26　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	48	47	46	45	44	43	42	41		40		39		38		37		36		35		34		33
	上层									48		47		46		45		44		43		42		41	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	……			60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		32		31		30		29	……			15		14		13		12		11		10		9
	上层	40		39		38		37		……				22		21		20		19		18		17	
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		8		7		6		5		4		3		2		1								
	上层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-25 所示。

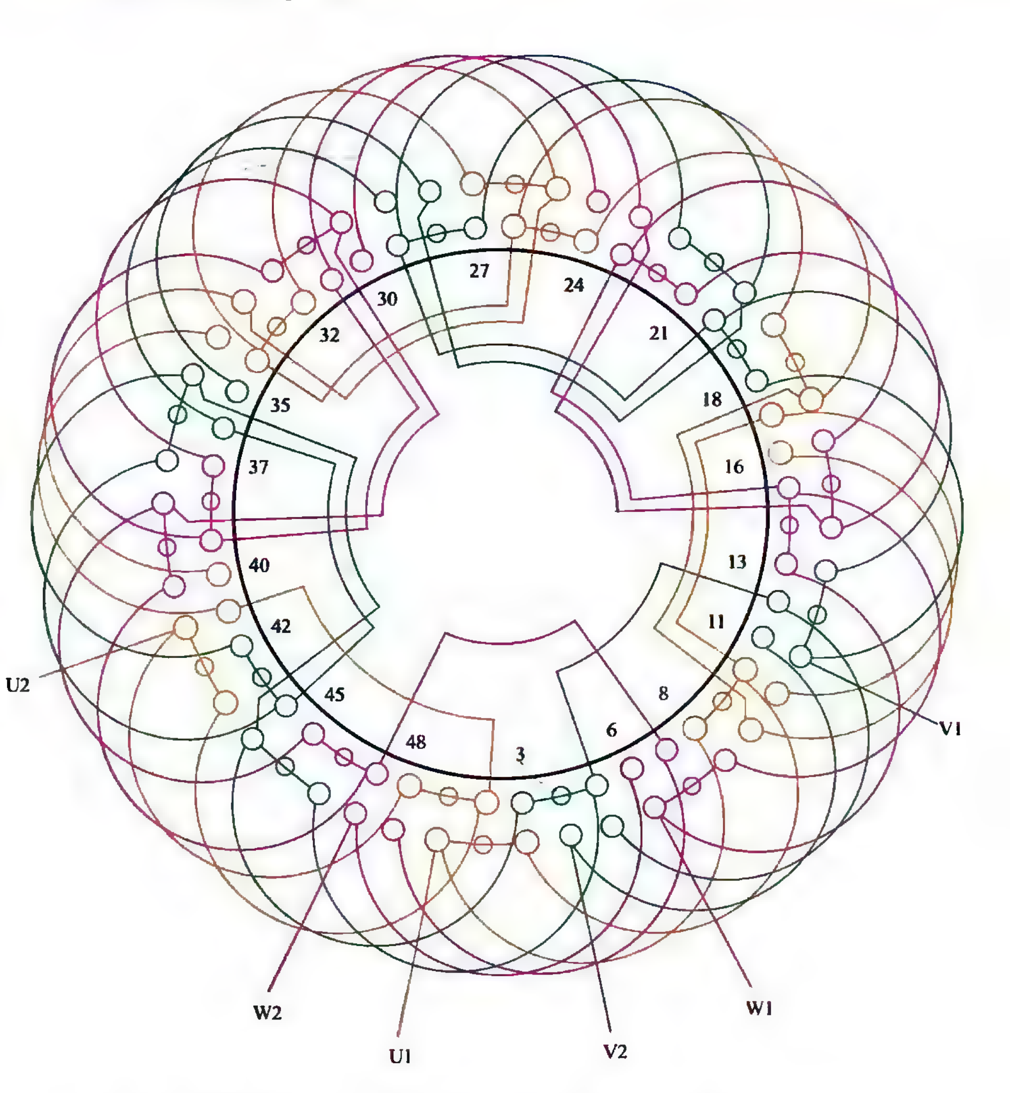


图 4-25　48 槽 6 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.2.3 48槽6极（$y=7$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	每组圈数	$S=2$、3	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=2\frac{2}{3}$	分布系数	$K_d=0.956$
总线圈数	$Q=48$	绕组极距	$\tau=8$	节距系数	$K_p=0.981$
线圈组数	$u=18$	线圈节距	$y=7$	绕组系数	$K_{dp}=0.938$
每槽电角	$\alpha=22.5°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

绕组特点同上例，但采用二路并联接线。每相有4个三联组和2个双联组组成，每相进线后分左右两路走线，每一支路包括三组、8个线圈，并采用短跳接法，使同相相线圈组极性相反。因是分数绕组，实际应用例子不多，仅见于YR-160L-6绕线式异步电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见表4-27。

表4-27 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	48	47	46	45	44		43		42		41		40		39
	上层									3		2		1		48		47	
嵌绕次序		19	20	21	22	23		……		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		38		37			……			13		12		11		10		9
	上层	46		45		44		……		21		20		19		18		17	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		8		7		6		5		4								
	上层	16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-26 所示。

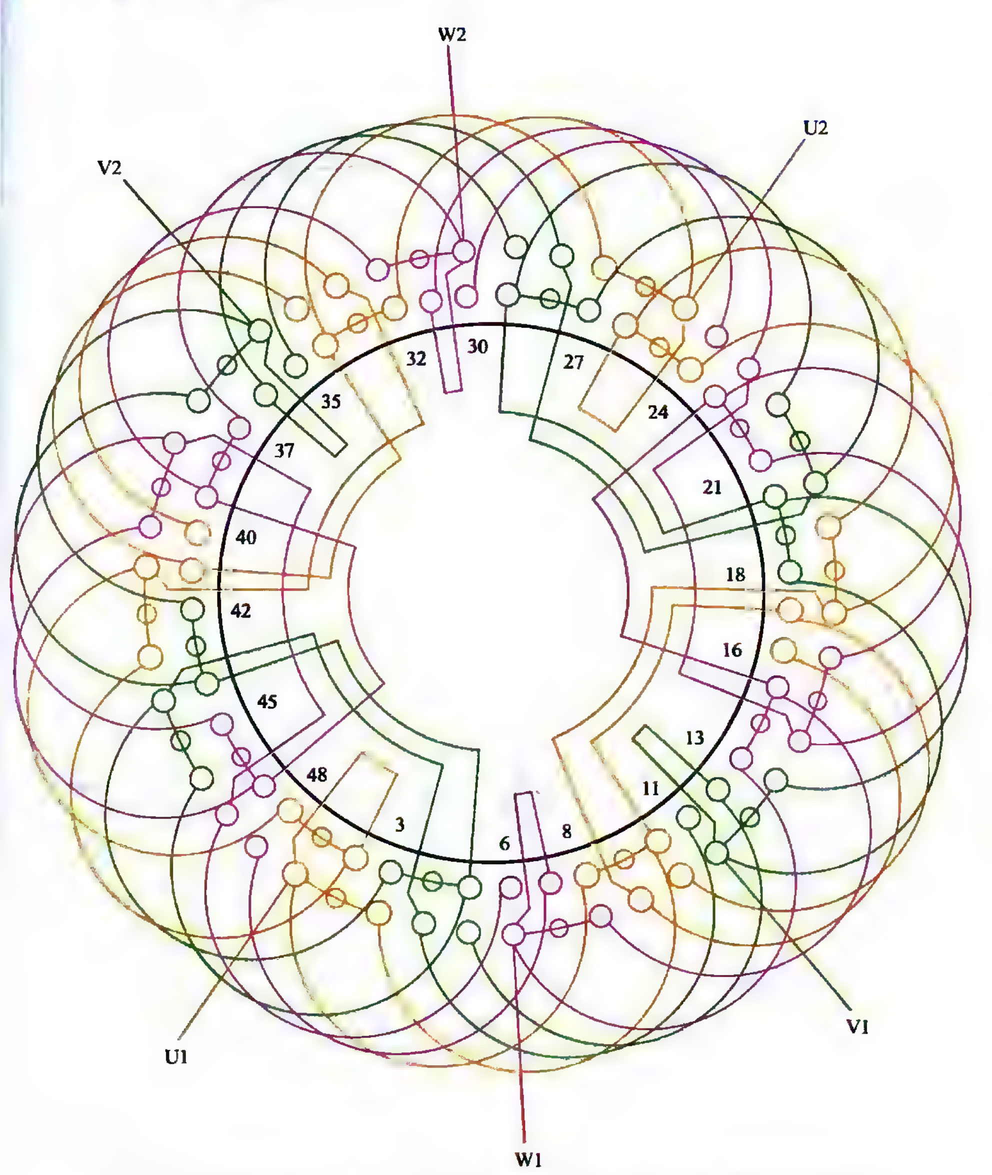


图 4-26　48 槽 6 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.2.4　48 槽 8 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$
电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=2$　分布系数　$K_d=0.966$
总线圈数　$Q=48$　绕组极距　$\tau=6$　节距系数　$K_p=0.966$
线圈组数　$u=24$　线圈节距　$y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.933$
每槽电角　$\alpha=30°$　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

8 极电机极距较短，嵌线吊边数也少，宜采用短 1 槽较大节距来获得较高的绕组系数。此绕组为一路串联接线，一般仅用于小型电机。主要应用实例有绕线式异步电动机 YR-160M-8 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 5。嵌线顺序见表 4-28。

表 4-28　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	48	47	46	45	44	43		42		41		40		39		28		37		36		35		34
	上层							48		47		46		45		44		43		42		41		40	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		33		32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22
	上层	39		38		37		36		35		34		33		32		31		30		29		28	
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		21		20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10
	上层	27		26		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16	
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		9		8		7		6		5		4		3		2		1						
	上层	15		14		13		12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-27 所示。

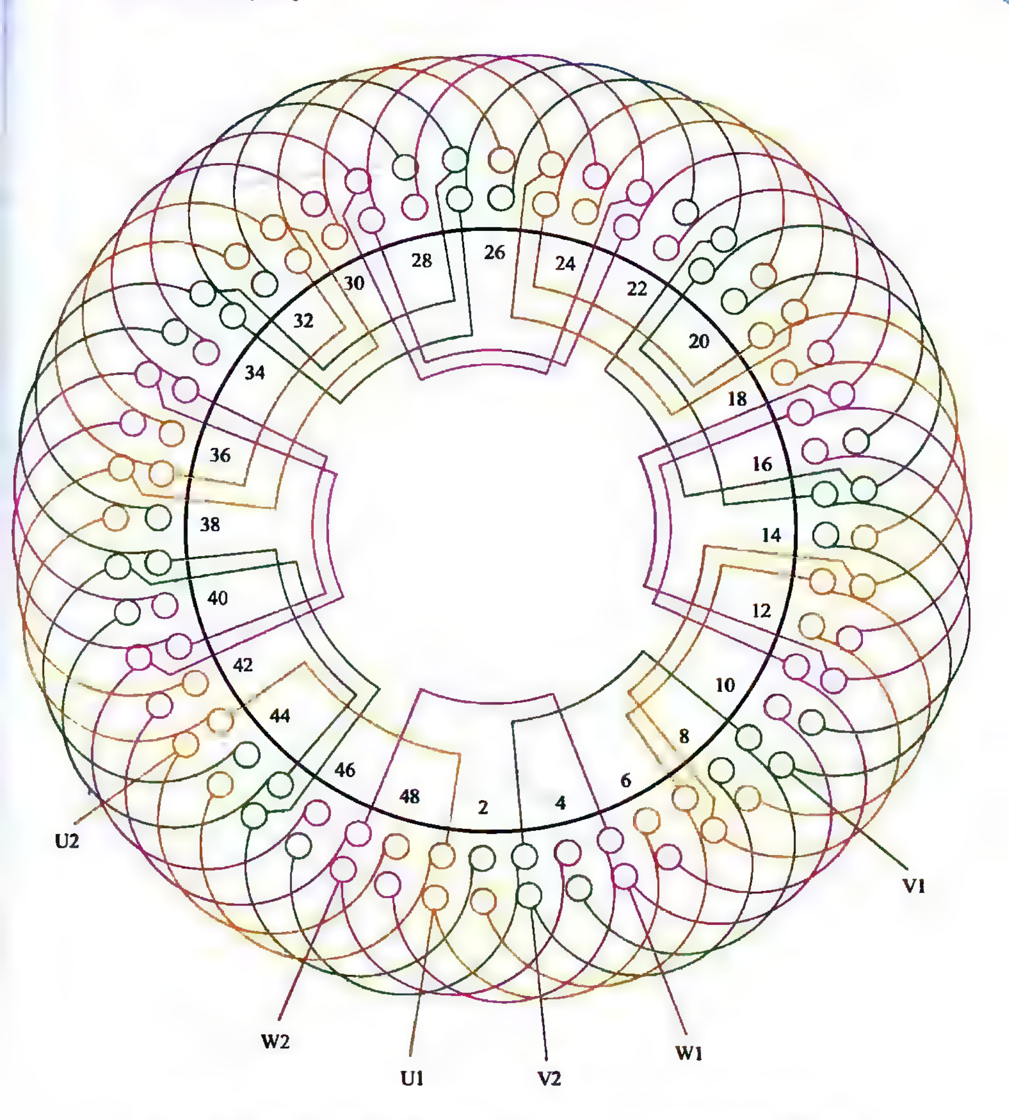


图 4-27　48 槽 8 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.2.5 48 槽 8 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	每组圈数	$S=2$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=8$	极相槽数	$q=2$	分布系数	$K_d=0.966$
总线圈数	$Q=48$	绕组极距	$\tau=6$	节距系数	$K_p=0.966$
线圈组数	$u=24$	线圈节距	$y=5$	绕组系数	$K_{dp}=0.933$
每槽电角	$\alpha=30°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组布接线特点基本同上例，即每相有 8 组线圈，每组双圈。采用二路并联时每相有两个支路，进线后分左右方向接线，使同相相邻的线圈组反极性，即一正一反串联，最后把两个支路的首、尾同极性并接后出线。本绕组在 48 槽电机中应用较多，主要应用实例如 JO-72-8、Y-280S-8、Y2-200L-8、Y3-225S-8 以及绕线式异步电动机 YR-160L-8 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 5。嵌线顺序见表 4-29。

表 4-29 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	48	47	46	45		44		43		42		41		40		39
	上层							2		1		48		47		46		45	
嵌绕次序		19	20	21	22	23		……		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		38		37			……			13		12		11		10		9
	上层	44		43		42		……		19		18		17		16		15	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		8		7		6		5		4		3						
	上层	14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3

(4) 绕组端面布接线

如图 4-28 所示。

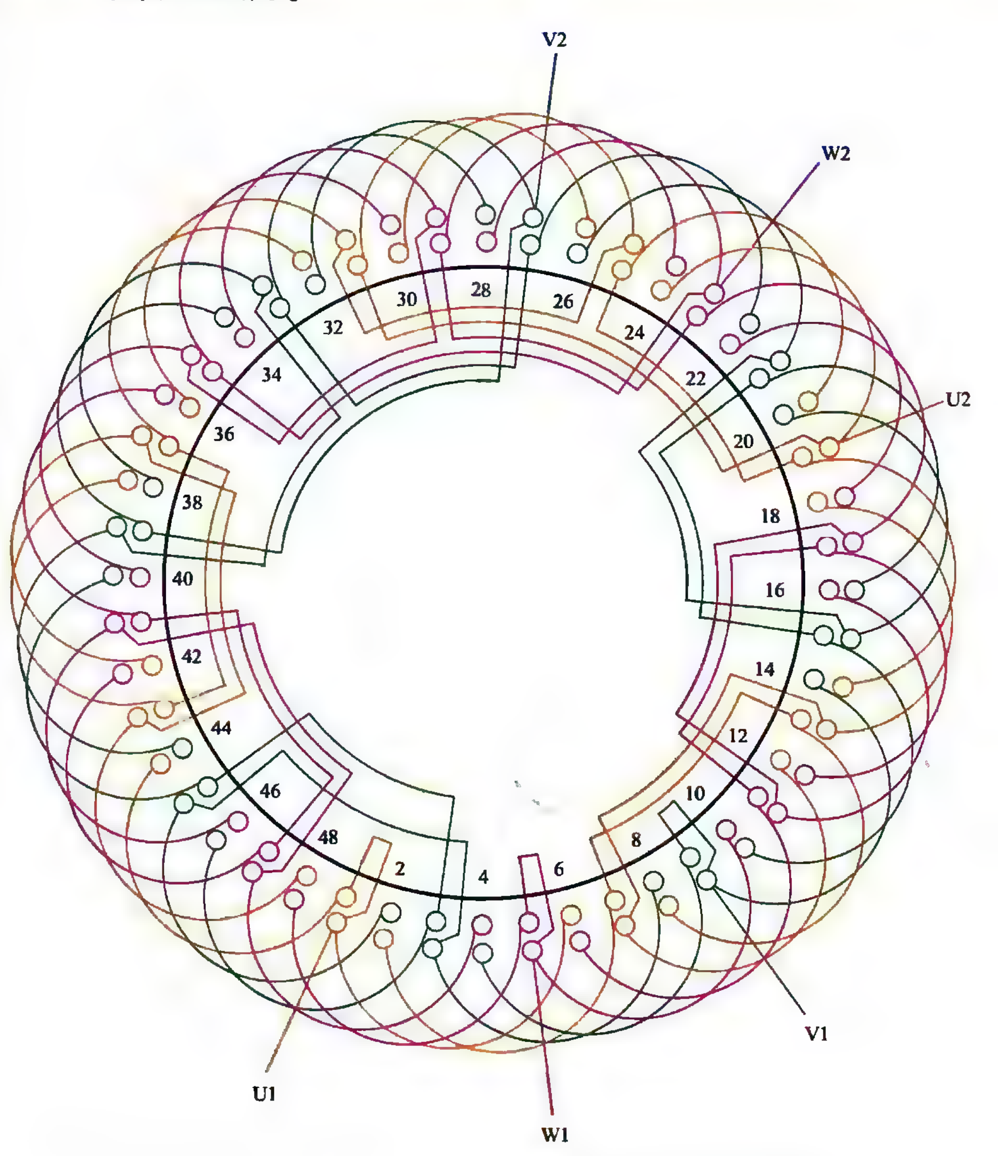


图 4-28　48 槽 8 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.2.6　48 槽 8 极（$y=5$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=4$
电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=2$　分布系数　$K_d=0.966$
总线圈数　$Q=48$　绕组极距　$\tau=6$　节距系数　$K_p=0.966$
线圈组数　$u=24$　线圈节距　$y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.933$
每槽电角　$\alpha=30°$　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例双层叠式绕组全部由交叠双圈组成，每相有 8 组线圈，分 4 个支路连接，即每一支路由相邻的同相线圈组反极性串联而成，然后把 4 个支路按相邻反极性并联成 4 路。在新系列电动机中，一般 48 槽 8 极都选用单层链式布线，故此型式绕组仅用于老产品，实例有 JO-73-8 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 5。嵌线顺序见表 4-30。

表 4-30　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	48	47	46	45	44	43		42		41		40		39		38		37
	上层							48		47		46		45		44		43	
嵌绕次序		19	20	21	22	23		……		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
槽号	下层		36		35			……			11		10		9		8		7
	上层	42		41		40		……		17		16		15		14		13	
嵌绕次序		79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
槽号	下层		6		5		4		3		2		1						
	上层	12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-29 所示。

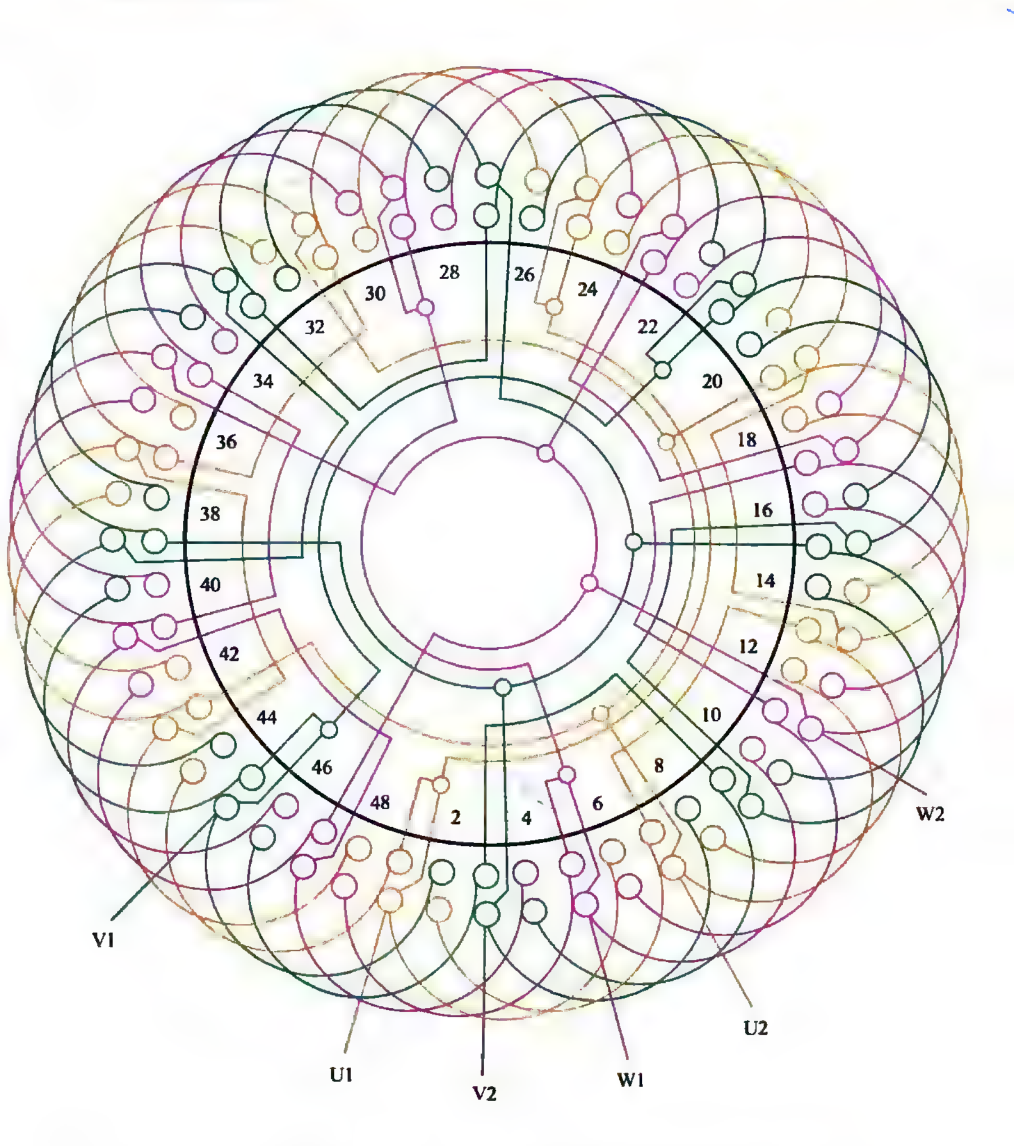


图 4-29　48 槽 8 极 ($y=5$、$a=4$) 三相电动机绕组双层叠式布线

4.2.7 48槽8极（$y=6$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $y=6$

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=30°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例采用庶极布线，线圈组间顺接串联成8极；线圈数较双层少一半，嵌线接线工艺方便。常用于绕线转子电动机的转子绕组，如JZR31-8等。

（3）绕组嵌线方法

实用中常采用两种嵌线法。

① 交叠法　是较多采用的嵌线法，嵌线时先嵌2槽、空2槽再嵌2槽。嵌线顺序见表4-31（a）。

表4-31（a）　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	2	1	46		45		42		41		38		37		34		33		30		29		26	
	浮边				4		3		48		47		44		43		40		39		36		35		32
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	沉边	25		22		21		18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边		31		28		27		24		23		20		19		16		15		12		11	8	7

② 整嵌法　隔组整嵌，无需吊边，最后形成端部双平面绕组。嵌线顺序见表4-31（b）。

表4-31（b）　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下平面	2	8	1	7	42	48	41	47	34	40	33	39	26	32	25	31	18	24	17	23	10	16	9	15
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	上平面	6	12	5	11	46	4	45	3	38	44	37	43	30	36	29	35	22	28	21	27	14	20	13	19

(4) 绕组端面布接线

如图 4-30 所示。

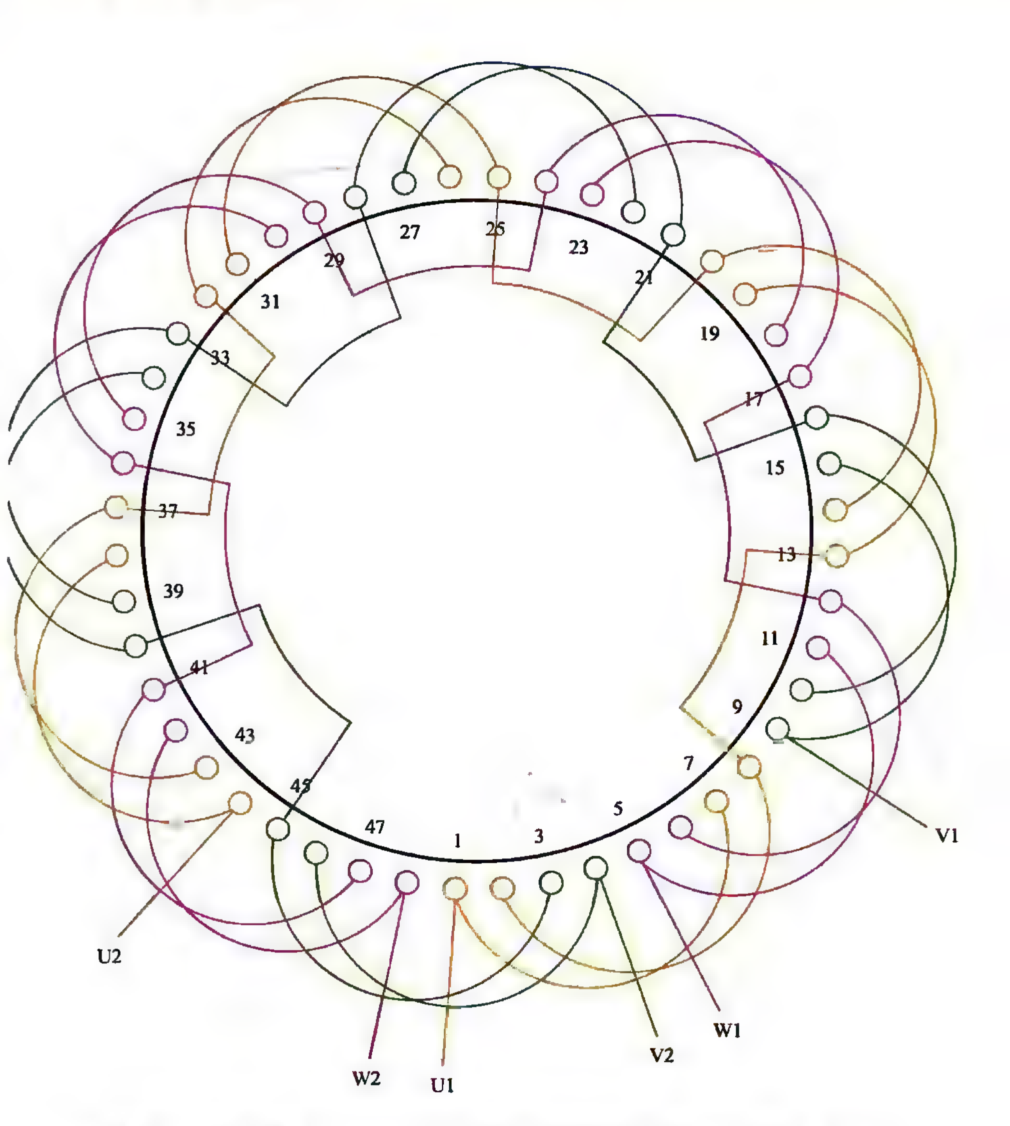


图 4-30　48 槽 8 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

4.2.8 48 槽 8 极（$y=6$、$a=2$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=2$
电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=2$ 线圈节距 $y=6$
总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.966$
线圈组数 $u=12$ 每槽电角 $\alpha=30^\circ$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用庶极布线，使每相 4 个线圈组形成 8 极，故二路并联的接线采用反向走线短跳连接，每支路两组线圈，逆时针走线时顺向串联；顺时针走线时则逆向串联，使每相 4 组线圈端部电流方向一致。常应用于 JZR41-8 绕线转子电动机的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例嵌线方法如上例，采用后退式交叠法或整嵌法嵌线；也可采用前进式交叠嵌线，嵌线吊边数为 2，与后退式相同，但嵌线方向相反，嵌线顺序见表 4-32。

表 4-32 交叠法（前进式嵌线）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
嵌入槽号	沉边	7	8	11		12		15		16		19		20		23	
	浮边				5		6		9		10		13		14		17
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
嵌入槽号	沉边	24		27		28		31		32		35		36		39	
	浮边		18		21		22		25		26		29		30		33
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
嵌入槽号	沉边	40		43		44		47		48		3		4			
	浮边		34		37		38		41		42		45		46	1	2

(4) 绕组端面布接线

如图4-31所示。

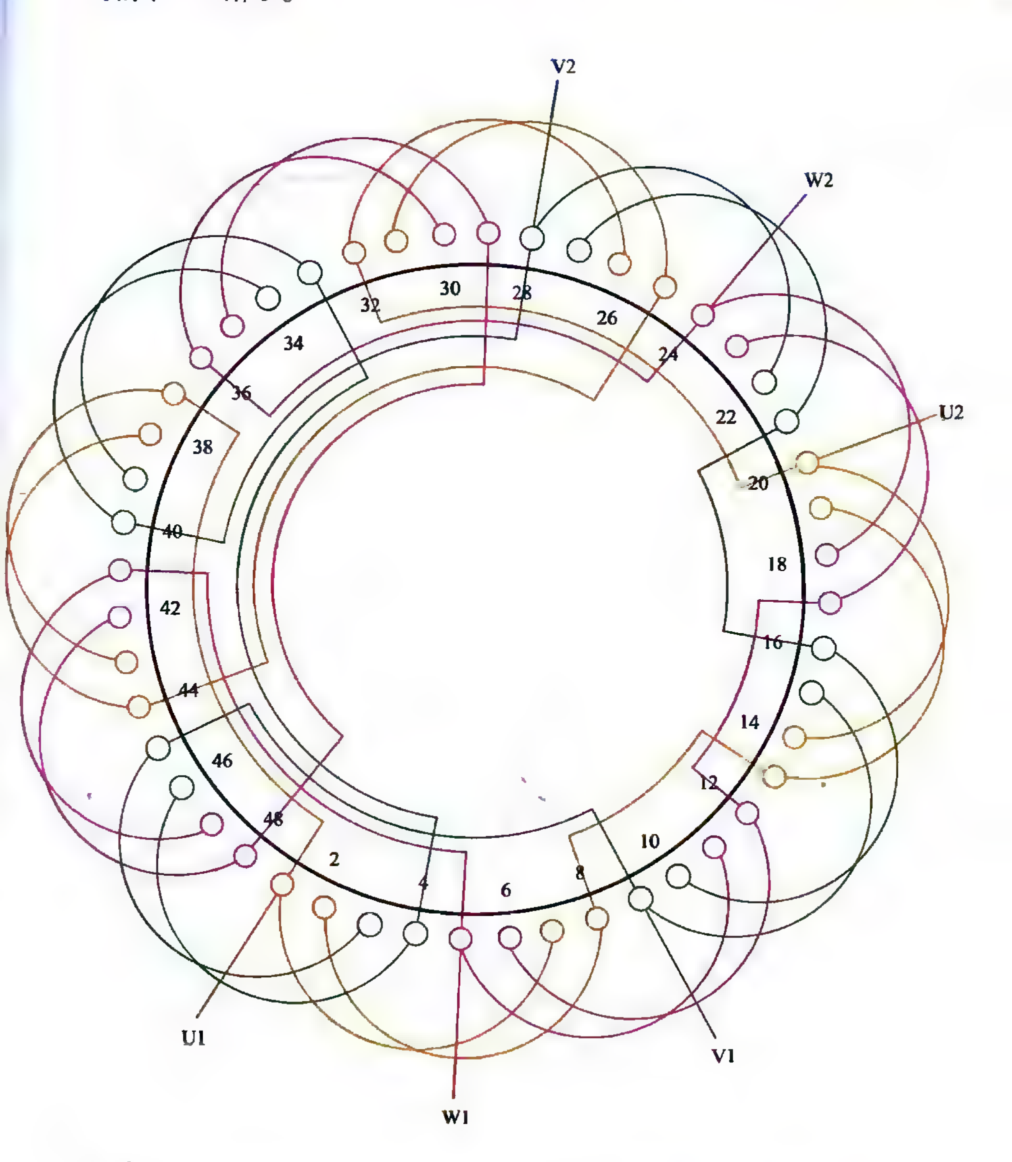


图4-31　48槽8极（$y=6$、$a=2$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

4.2.9 48槽8极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	电机极数	$2p=8$
总线圈数	$Q=24$	线圈组数	$u=24$
每组圈数	$S=1$	极相槽数	$q=2$
绕组极距	$\tau=6$	线圈节距	$y=5$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=30°$
分布系数	$K_d=0.966$	节距系数	$K_p=1.0$
绕组系数	$K_{dp}=0.966$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是单层显极布线，线圈节距比极距短1槽，但仍属全距绕组。因是单链绕组，每组仅有一只线圈，故每相由8只（组）线圈按一正一反串联而成，即同相相邻线圈是“尾接尾”或“头接头”。此绕组是单层链式常用型式，既应用于老系列和新系列，如JO2L-41-8、Y160M2-8、Y2-100L2-8、Y3-100L1-8，也用于绕线式YR250M2-8等电动机的转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例嵌线可用两种方法，但较多用交叠法，吊边数为2。嵌线顺序见表4-33。

表4-33 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	1	47	45		43		41		39		37		35		33		31	
	浮边				2		48		46		44		42		40		38		36
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	29		27		25		23		21		19		17		15		13	
	浮边		34		32		30		28		26		24		22		20		18
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
槽号	沉边	11		9		7		5		3									
	浮边		16		14		12		10		8	6	4						

(4) 绕组端面布接线

如图 4-32 所示。

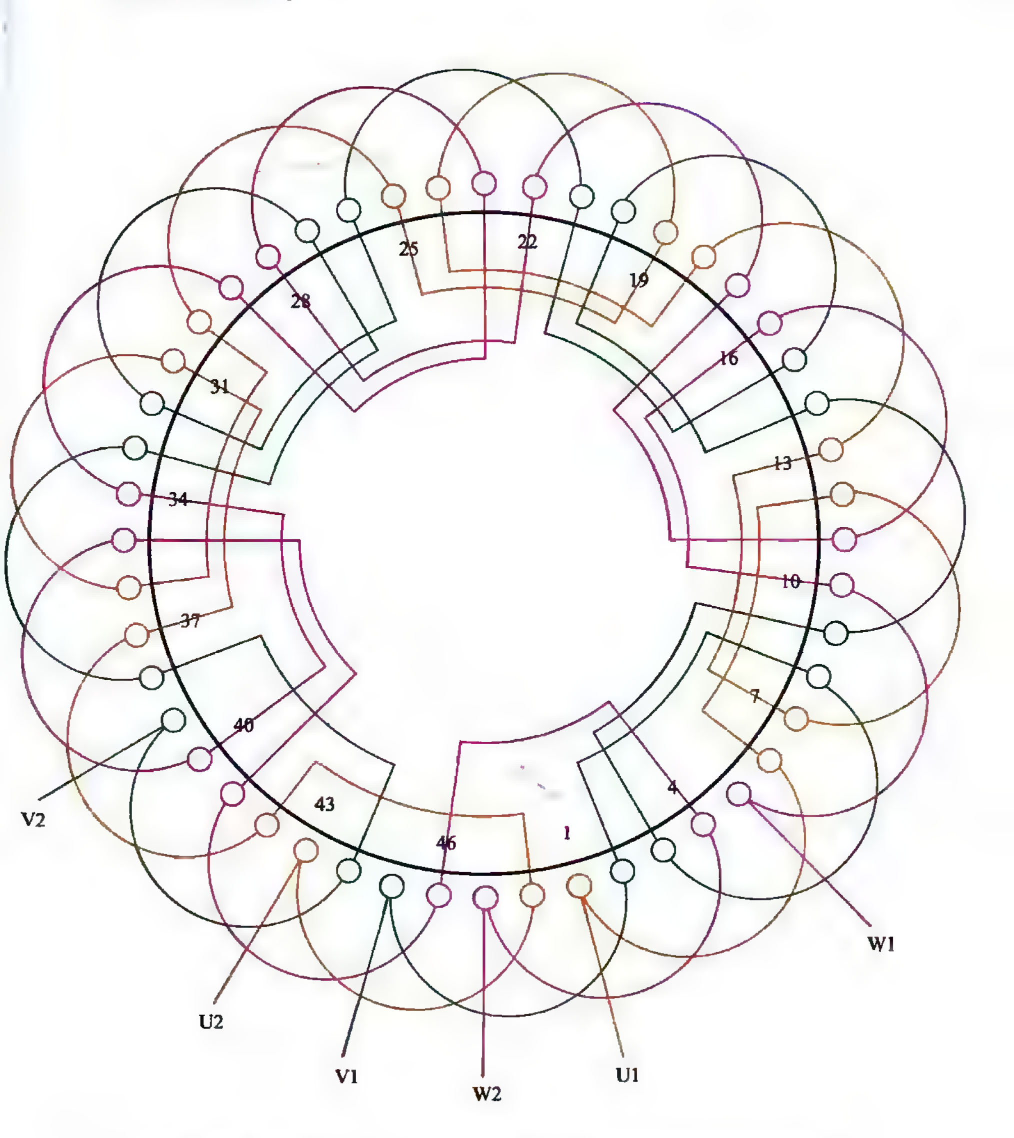


图 4-32　48 槽 8 极 ($y=5$、$a=1$) 三相电动机绕组单层链式布线

4.2.10 48 槽 8 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组单层链式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=48$　　　电机极数　$2p=8$

总线圈数　$Q=24$　　　线圈组数　$u=24$

每组圈数　$S=1$　　　极相槽数　$q=2$

绕组极距　$\tau=6$　　　线圈节距　$y=5$

并联路数　$a=2$　　　每槽电角　$\alpha=30°$

分布系数　$K_d=0.966$　　　节距系数　$K_p=1.0$

绕组系数　$K_{dp}=0.966$　　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例布线与上例相同，但采用二路并联接线，每相分为两个支路，每一支路有 4 只线圈，采用短跳连接，同相相邻线圈反极性。接线时采用左右两路逆向走线，但必须确保相邻线圈（组）的极性相反。此绕组应用于新系列如 Y3-200L-8，也用于绕线式电动机如 YZR250M1-8、JZR2-41-8 等转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法时可参考上例嵌线表；也可采用不吊边的整嵌法构成三平面绕组。整嵌法嵌线顺序见表 4-34。

表 4-34　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	1	6	43	48	37	42	31	36	25	30	19	24	13	18	7	12		
	中平面																	5	10
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	中平面	47	4	41	46	35	40	29	34	23	28	17	22	11	16				
	上平面															9	14	3	8
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
槽号	上平面	45	2	39	44	33	38	27	32	21	26	15	20						

(4) 绕组端面布接线

如图 4-33 所示。

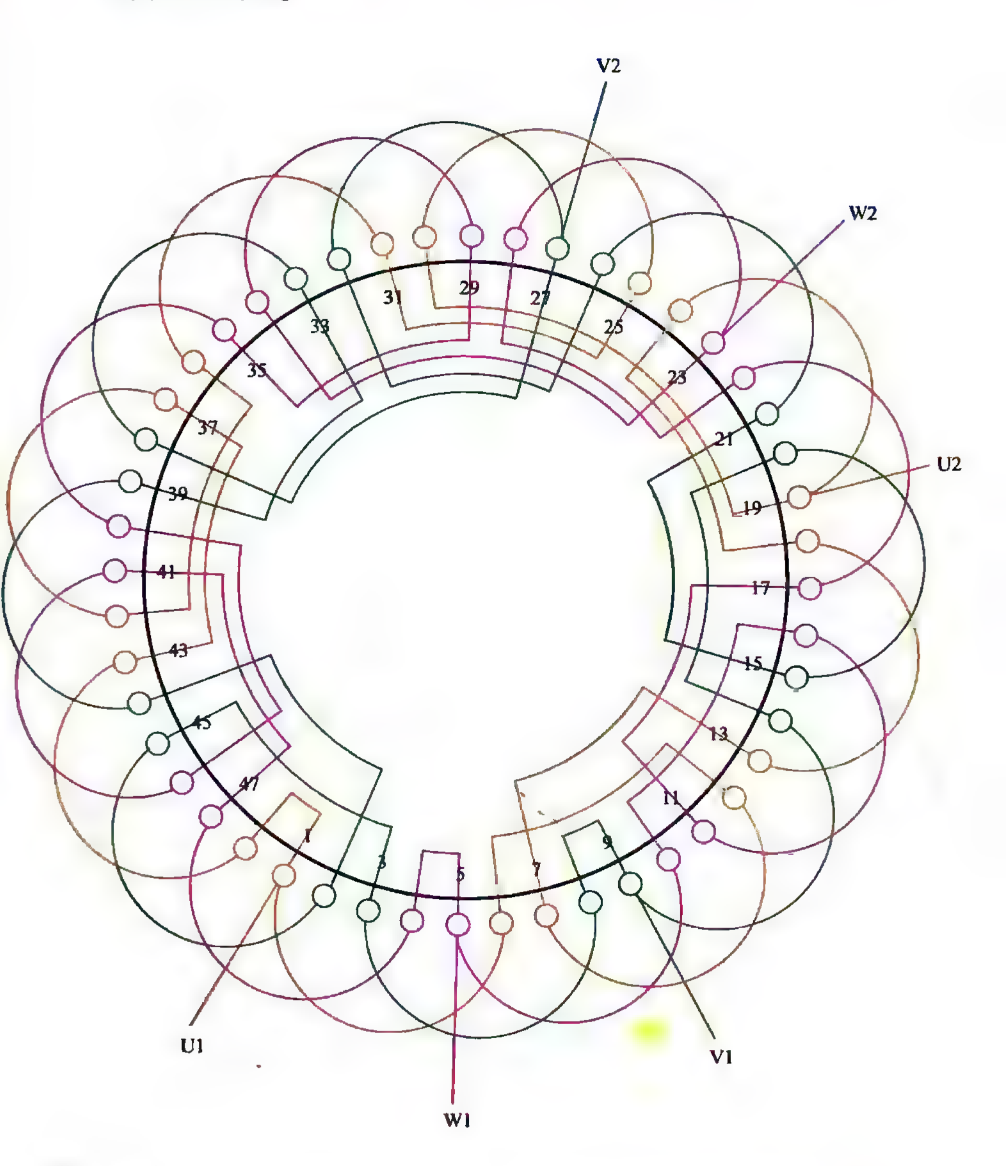


图 4-33　48 槽 8 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组单层链式布线

4.2.11 48槽8极（y=5、a=4）三相电动机绕组单层链式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　　电机极数 $2p=8$

总线圈数 $Q=24$　　线圈组数 $u=24$

每组圈数 $S=1$　　极相槽数 $q=2$

绕组极距 $\tau=6$　　线圈节距 $y=5$

并联路数 $a=4$　　每槽电角 $\alpha=30°$

分布系数 $K_d=0.966$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.966$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组布线同上例，但采用四路并联，每相 8 只线圈分 4 支路，每一支路由相邻两线圈反极性串联而成；4 个支路的头端和 4 个支路的尾端分别并接后引出线。此绕组实际应用不多，曾见用于 YZR250M1-8 的绕线式转子，但未见用于定子。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组布线与上例同，若用交叠法嵌线可参考表 4-35 进行。本例介绍的是前进式嵌线的操作次序，供参考。

表 4-35　交叠法（前进式嵌线）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	6	8	10		12		14		16		18		20		22		24	
	浮边				5		7		9		11		13		15		17		19
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	26		28		30		32		34		36		38		40		42	
	浮边		21		23		25		27		29		31		33		35		37
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
槽号	沉边	44		46		48		2		4									
	浮边		39		41		43		45		47	1	3						

(4) 绕组端面布接线

如图 4-34 所示。

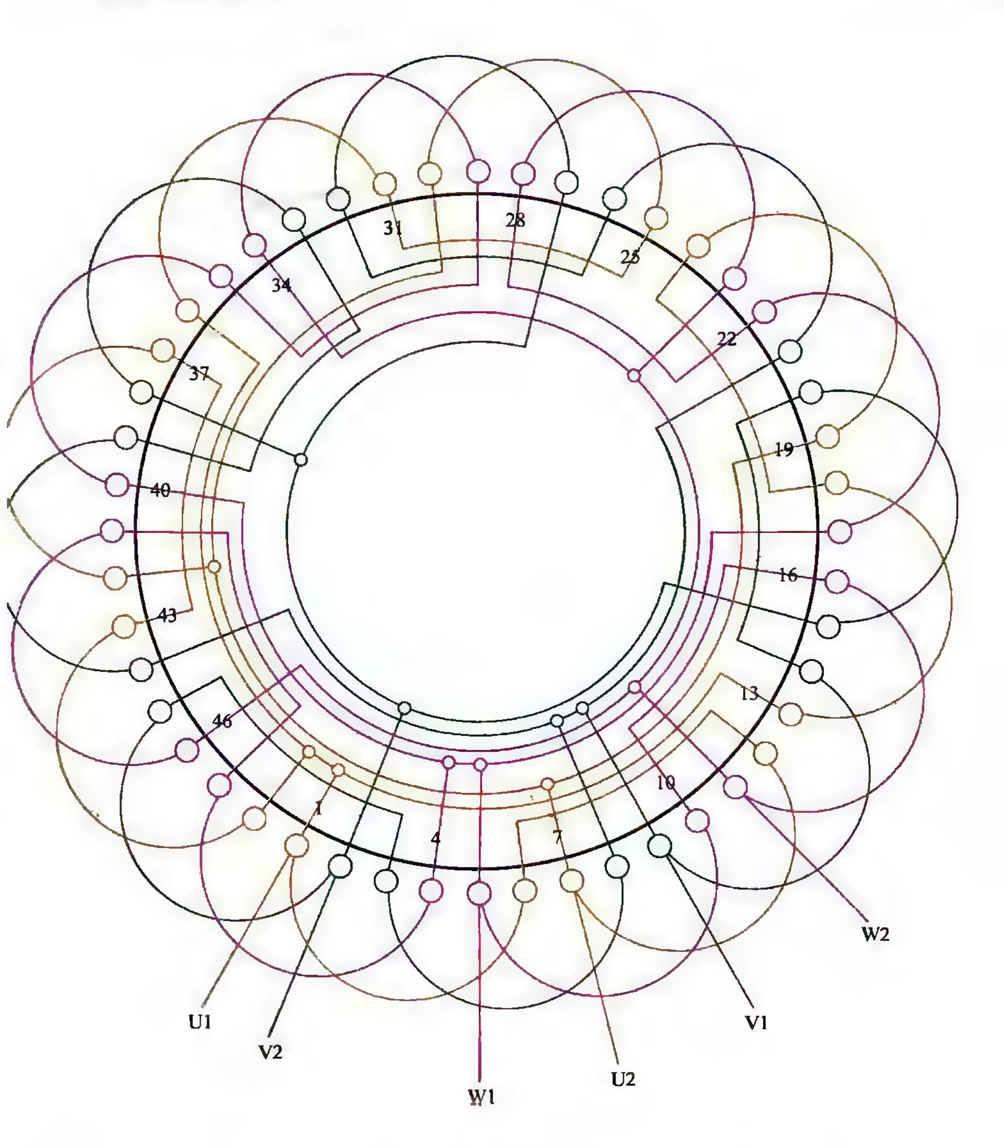


图 4-34　48 槽 8 极（$y=5$、$a=4$）三相电动机绕组单层链式布线

4.2.12　48槽8极（$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线*

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=48$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=8$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$y=7$、5

总线圈数　$Q=24$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=12$　每槽电角　$\alpha=30°$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例为庶极布线，每组由2只同心双圈组成，每相绕组有4组线圈，采用顺向串联接线，故线圈组极性全部相同。此绕组应用实例主要有国产绕线式异步电动机JZR2-31-8的转子绕组及（前苏联）三相异步电动机MTM311-8绕线转子。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可采用交叠法或整嵌法。整圈嵌线无需吊边，线圈隔组嵌入，构成双平面绕组，嵌线顺序可参考例4.2.14。交叠嵌线则嵌2槽、空出2槽，再嵌2槽，吊边数为2。嵌线顺序见表4-36。

表4-36　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	2	1	46		45		42		41		38		37		34		33		30		29		26	
	浮边				3		4		47		48		43		44		39		40		35		36		31
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	18
槽号	沉边	25		22		21		18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边		32		27		28		23		24		19		20		15		16		11		12	7	8

注：标题解释 — 本例是单层同心式庶极布线，它的常规布线见例4.1.21。庶极布线仍由“回”字形线圈组构成，但每相线圈组数为常规布线的一半，即极数的一半。（如本例$2p=8$，则每相组数为4组）；另外，庶极的每组圈数等于极相槽数（$S=q$），是显极的一倍；因是庶极，同相相邻线圈组极性相同，即全部顺向连接。以下凡单相同心式（庶极）布线同此解释。

(4) 绕组端面布接线

如图 4-35 所示。

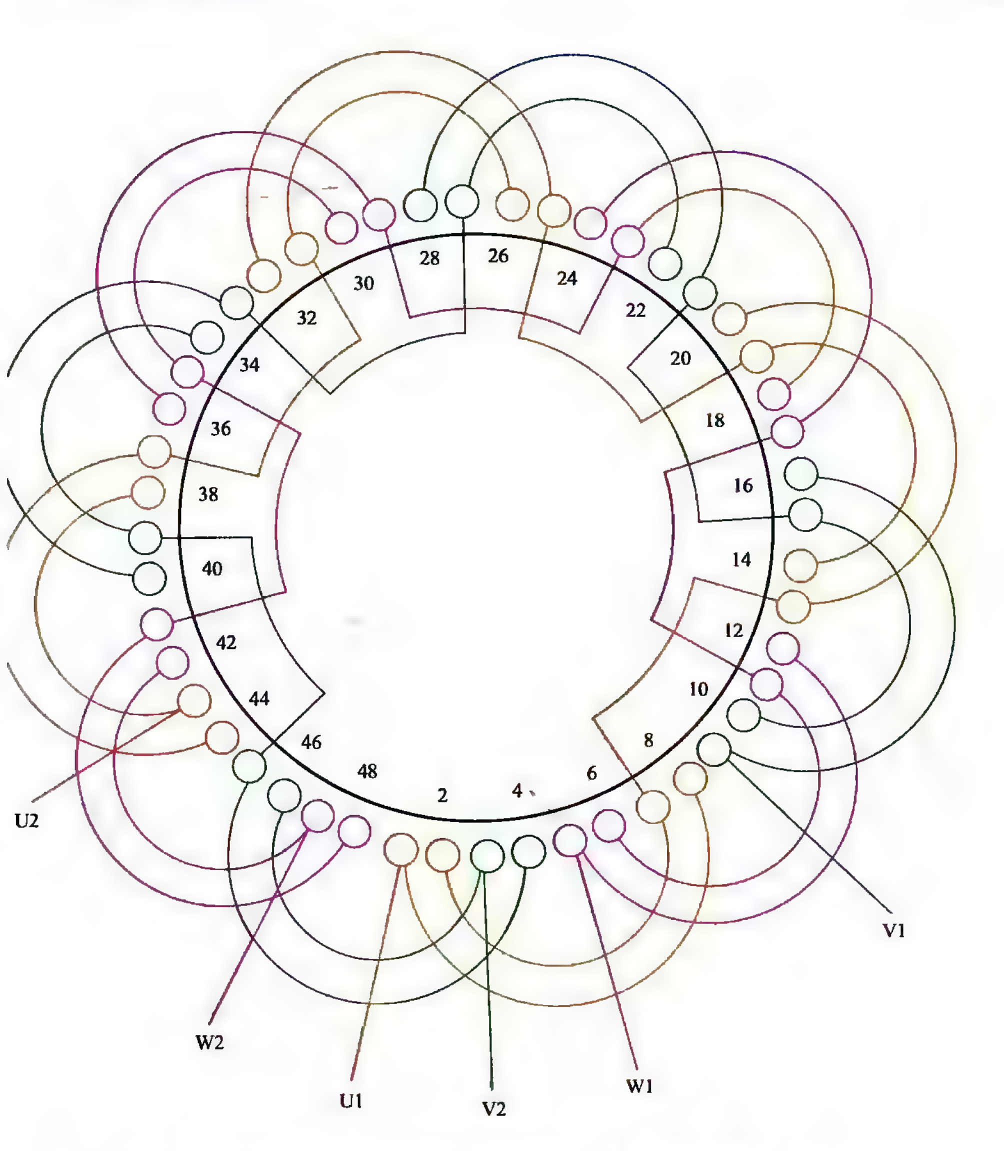


图 4-35　48 槽 8 极（$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.2.13 48 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $y=7$、5

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=30°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用庶极布线，二路并联，每相 4 个线圈组分两路短跳串联后并为二路，两路采用反方向走线，但必须使所有线圈的极性一致，以使每组线圈通电后形成相同极性。本例在国内产品没有应用实例，见用于原（苏）MTM511-8 型三相绕线转子异步电动机转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例嵌线可采用交叠法或整嵌法。交叠嵌线需吊边 2 槽，嵌线时嵌 2 槽空 2 槽，嵌线顺序可参考上例。整嵌法是将一组嵌入相应槽内，隔开第 2 组不嵌，再嵌第 3 组，即隔组嵌线，最后构成双平面绕组。嵌线顺序见表 4-37。

表 4-37　整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号 下平面	2	7	1	8	42	47	41	48	34	39	33	40	26	31	25	32	18	23
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号 下平面	17	24	10	15	9	16												
槽号 上平面							6	11	5	12	46	3	45	4	38	43	37	44
嵌绕次序	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
槽号 上平面	30	35	29	36	22	27	21	28	14	19	13	20						

(4) 绕组端面布接线

如图 4-36 所示。

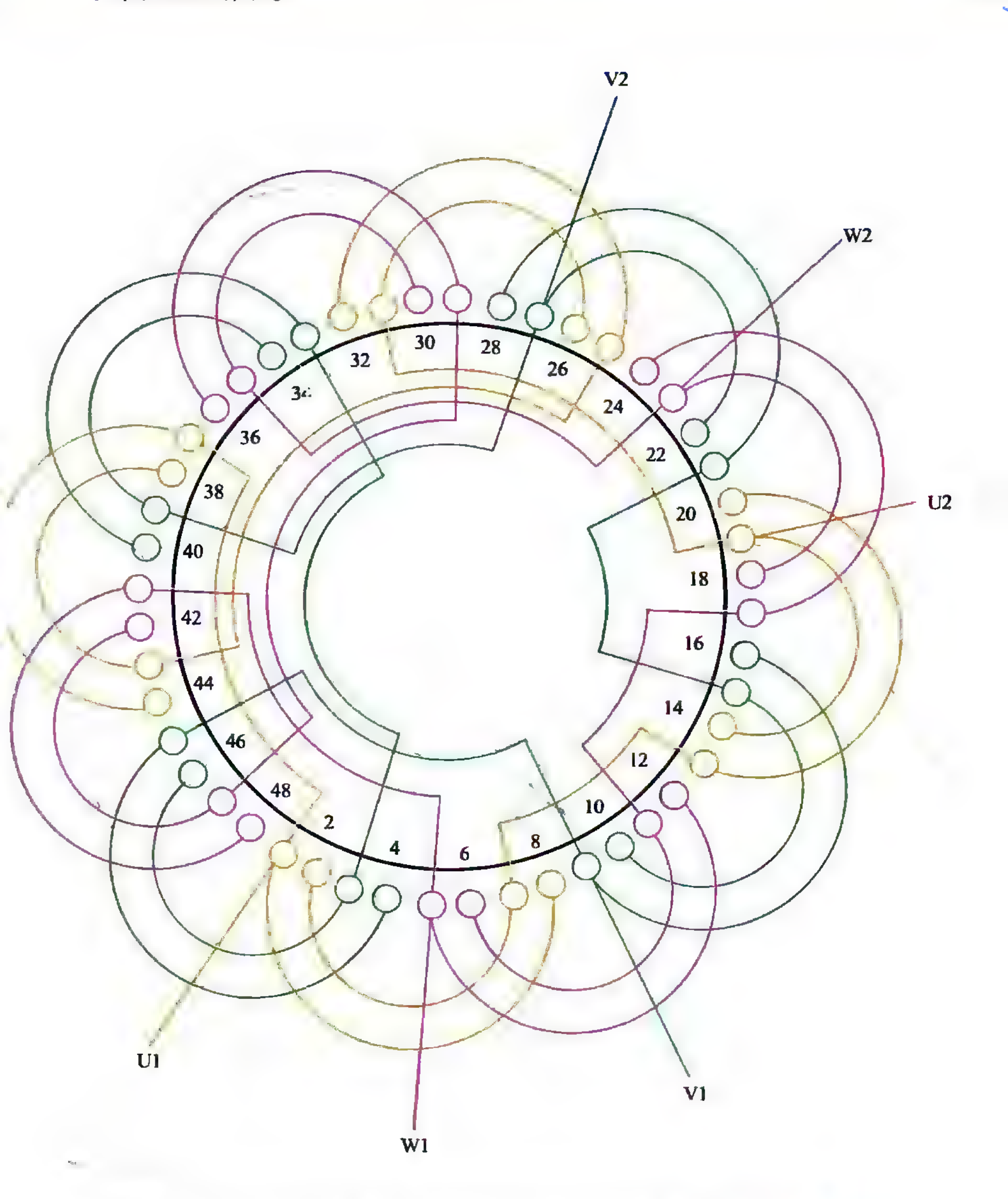


图 4-36　48 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.2.14 48槽8极（$a=4$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $y=7$、5

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=30°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例采用四路并联，庶极布线时每相由4组线圈顺向（同极性）并联而成，因此，若设进线极性为正时，全部线圈的极性相同。此绕组主要应用于YZR-280M-8等电动机转子。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可用交叠法或整嵌法，但由于本绕组是庶极布线，采用不用吊边的隔组整嵌，不仅嵌线方便，构成的双平面绕组也利于转子的动平衡。嵌线顺序见表4-38。

表4-38　整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
下层槽号	2	7	1	8	42	47	41	48	34	39	33	40	26	31	25	32	18	23
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
下层槽号	17	24	10	15	9	16												
上层槽号							6	11	5	12	46	3	45	4	38	43	37	11
嵌绕次序	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
上层槽号	30	35	29	36	22	27	21	28	14	19	13	20						

(4) 绕组端面布接线

如图 4-37 所示。

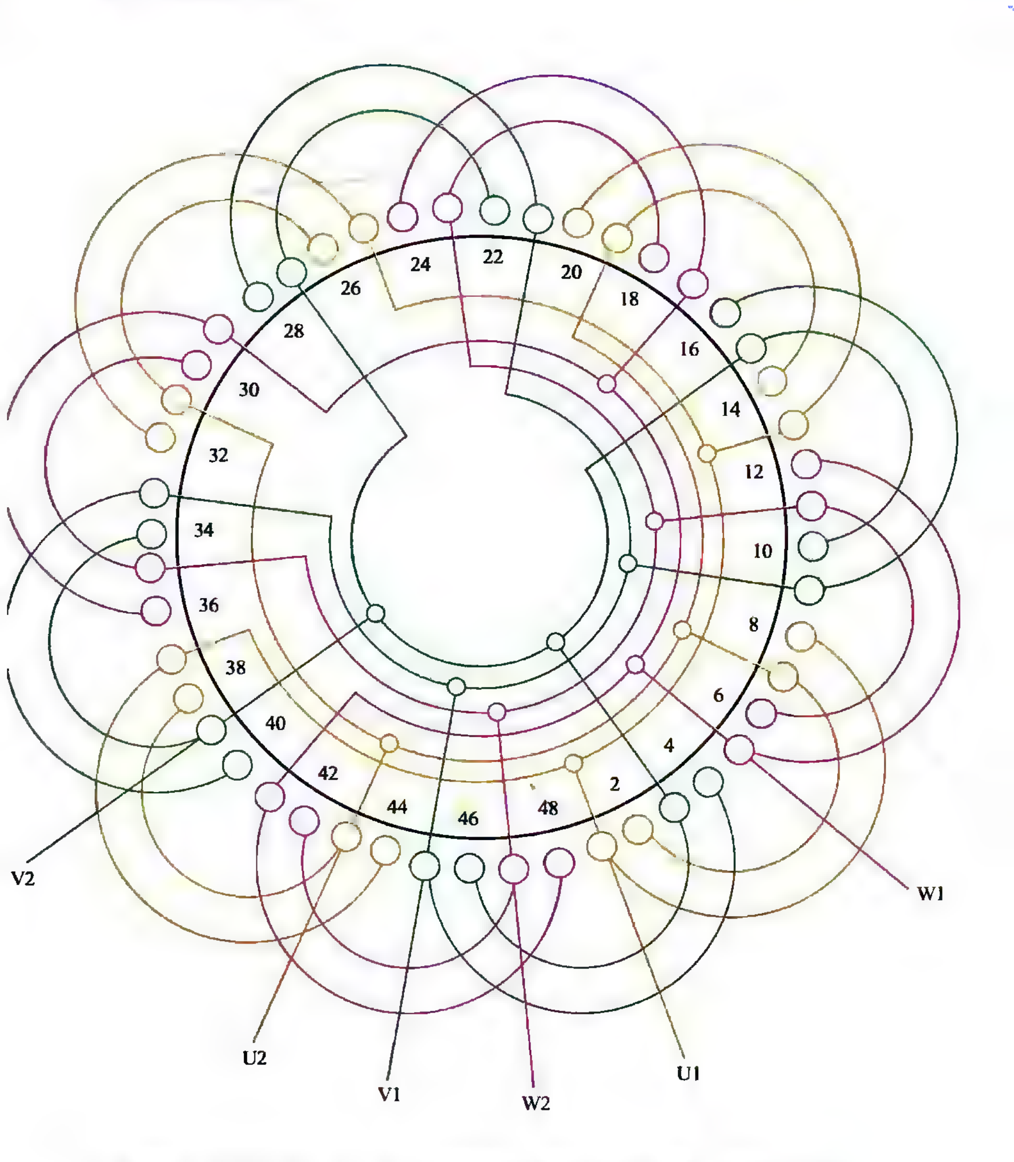


图 4 37　48 槽 8 极（$a=4$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.2.15 48槽12极（$y=4$、$a=1$）三相电动机（分数槽）绕组单层（可分割）叠式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$　每组圈数 $S=1、2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=12$　极相槽数 $q=1\frac{1}{3}$　线圈节距 $y=4$

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=4$　绕组系数 $K_{dp}=0.924$

线圈组数 $u=18$　每槽电角 $\alpha=45°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用一种较少见的布线安排，属于庶极式。它是一个分数绕组，而且分母为3，故在一相中每3组为一循环，所以本例分数安排规律是2 1 1 2 1 1。绕组结构上，由三相线圈构成的交叠单元组由4只线圈组成，其中必有一相是交叠双圈，其余为单圈。因是庶极，每相线圈（组）数为极数的一半，而且同相组间的连接是顺向串联，使全部线圈的极性相同。此绕组可不伤及线圈的条件（在两丛线圈之间），对称剖开制成分割式定子，故称可分割。此外，三相绕组接线相同，但最后必须将其中一相（本例取W相）的首尾进行反相，即原来同向起接端改为相尾（W2）；原相尾改为首端（W1）。

本例绕组结构简单且嵌线工艺方便，不过应用较少，仅见于多速电动机的配套绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用分组整嵌，无需吊边。嵌线顺序见表4-39。

表4-39　分组整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	4	8	3	7	2	6	1	5	12	16	11	15	10	14	9	13
嵌绕次序	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	20	24	19	23	18	22	17	21	28	32	27	31	26	30	25	29
嵌线次序	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	36	40	35	39	34	38	33	37	44	48	43	47	42	46	41	45

(4) 绕组端面布接线

如图 4-38 所示。

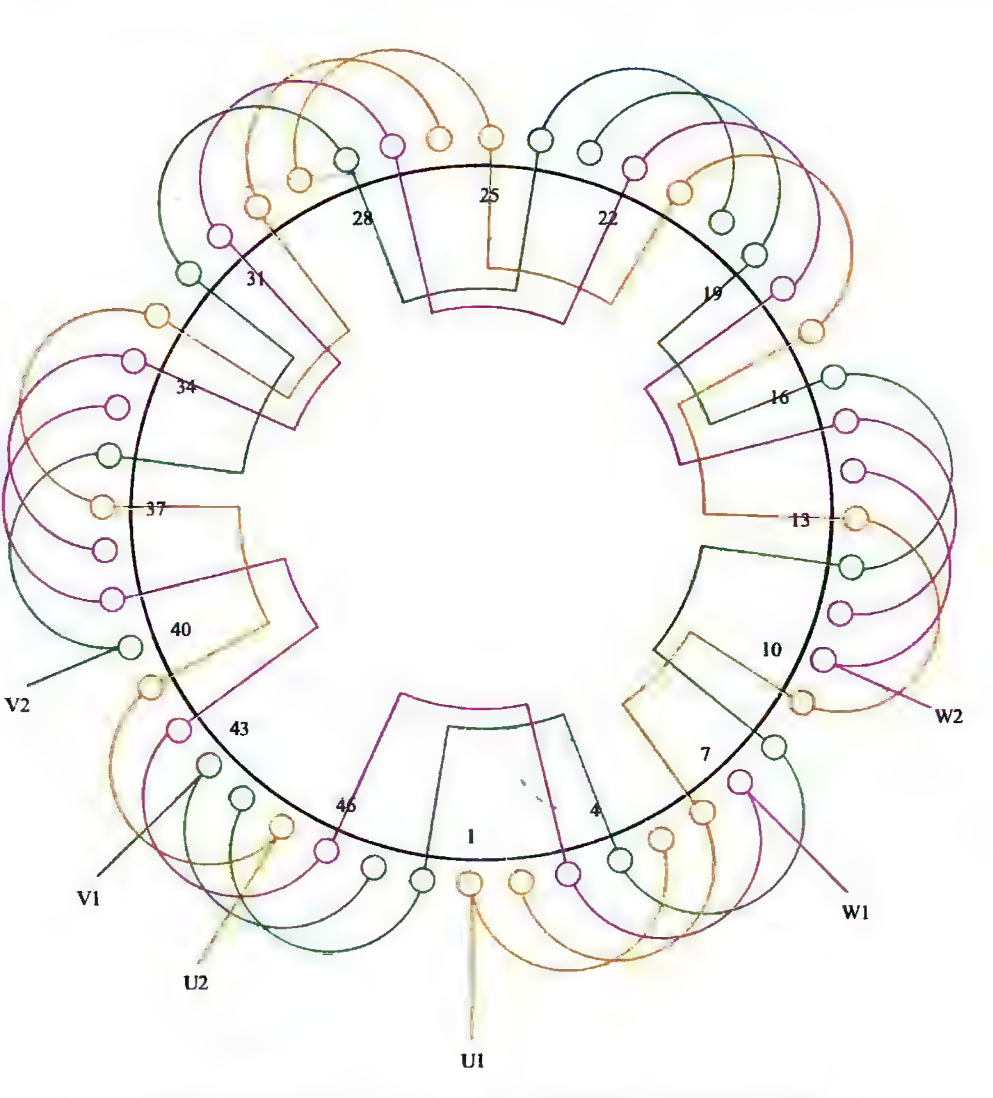


图 4-38　18 槽 12 极（$y=4$、$a=1$）三相电动机（分数圈）绕组单层（可分割）叠式（庶极）布线

4.2.16 48槽12极（$y=4$、$a=2$）三相电动机（分数圈）绕组单层（可分割）叠式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=48$	每组圈数	$S=1$、2	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=12$	极相槽数	$q=1\frac{1}{3}$	线圈节距	$y=4$
总线圈数	$Q=24$	绕组极距	$\tau=4$	绕组系数	$K_{dp}=0.924$
线圈组数	$u=18$	每槽电角	$\alpha=45°$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例采用特殊安排的庶极布线，由于绕组在铁芯圆周上呈单元分布，从而形成可分割的特点。绕组结构特点同上例，但采用二路并联接线，而同相相邻线圈组极性仍是相同的，因此所有线圈连接后的电流方向也相同。此绕组用于多速配套绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例采用分组整嵌，分6个单元嵌入，无需吊边。嵌线顺序见表4-40。

表4-40　分组整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	4	8	3	7	2	6	1	5	12	16	11	15	10	14	9	13
嵌绕次序	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	20	24	19	23	18	22	17	21	28	32	27	31	26	30	25	29
嵌绕次序	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	36	40	35	39	34	38	33	37	44	48	43	47	42	46	41	45

(4) 绕组端面布接线

如图 4-39 所示。

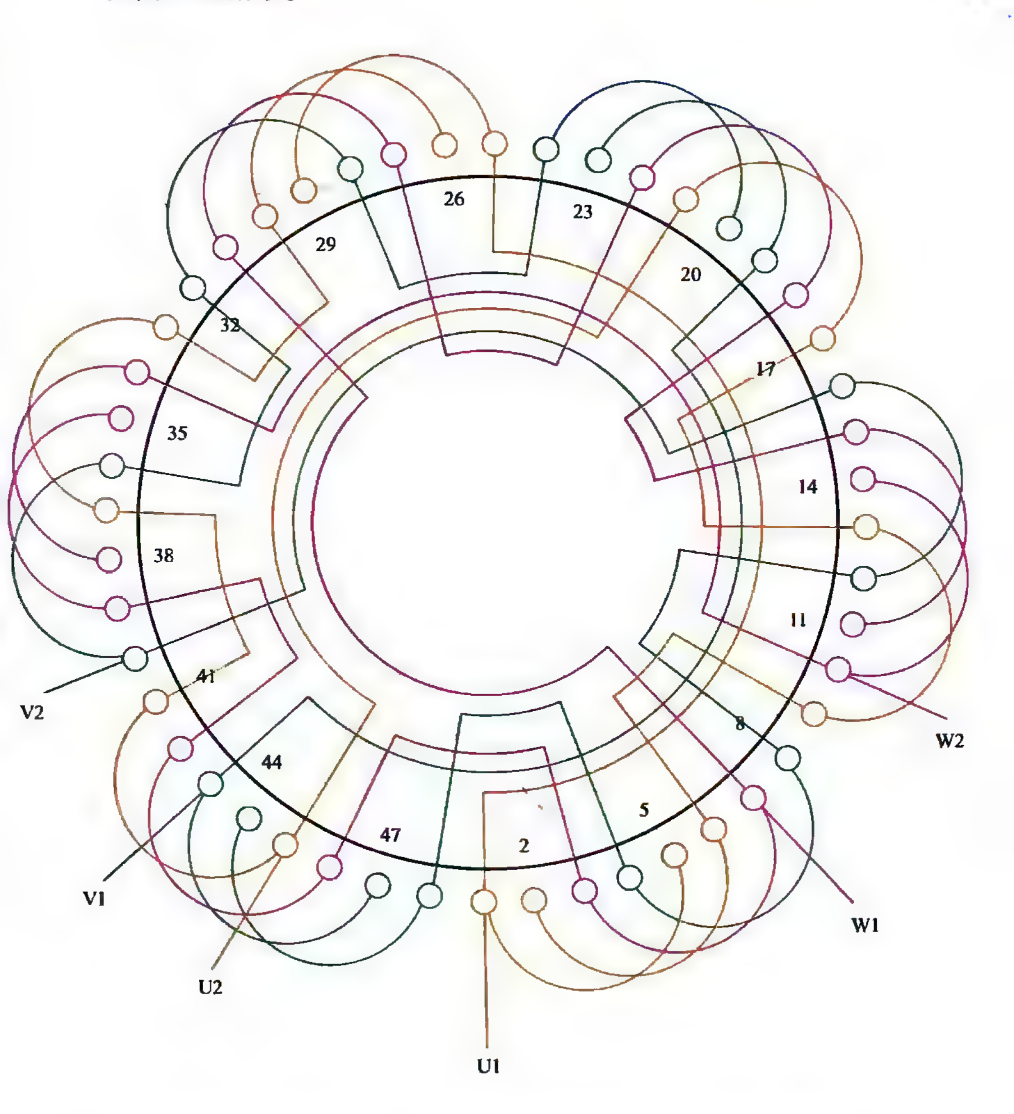


图 4-39　48 槽 12 极（$y=4$、$a=2$）三相电动机（分数圈）绕组单层（可分割）叠式（庶极）布线

4.2.17 48 槽 16 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=48$ 每组圈数 $S=1$ 并联路数 $a=1$
电机极数 $2p=16$ 极相槽数 $q=1$ 线圈节距 $y=3$
总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=3$ 绕组系数 $K_{dp}=1$
线圈组数 $u=24$ 每槽电角 $\alpha=60°$ 出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例采用庶极布线，每相由 8 只线圈对称分布于铁芯圆周，所有线圈极性一致，故 8 只线圈顺向串联构成 16 极。此例绕组在一般电机中没有应用实例，唯用于特殊用途专用电机，如 JZT、JZT2 等型号的电磁调速电动机用的交流测速发电机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线有两种方法，但因 48 槽定子内腔较大，整圈嵌线并无明显优点，故一般都采用交叠法嵌线，嵌线仅吊 1 边。嵌线顺序见表 4-41。

表 4-41 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	1	47		45		43		41		39		37		35		33		31		29		27		25
	浮边			2		48		46		44		42		40		38		36		34		32		30	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	沉边		23		21		19		17		15		13		11		9		7		5		3		
	浮边	28		26		24		22		20		18		16		14		12		10		8		6	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-40 所示。

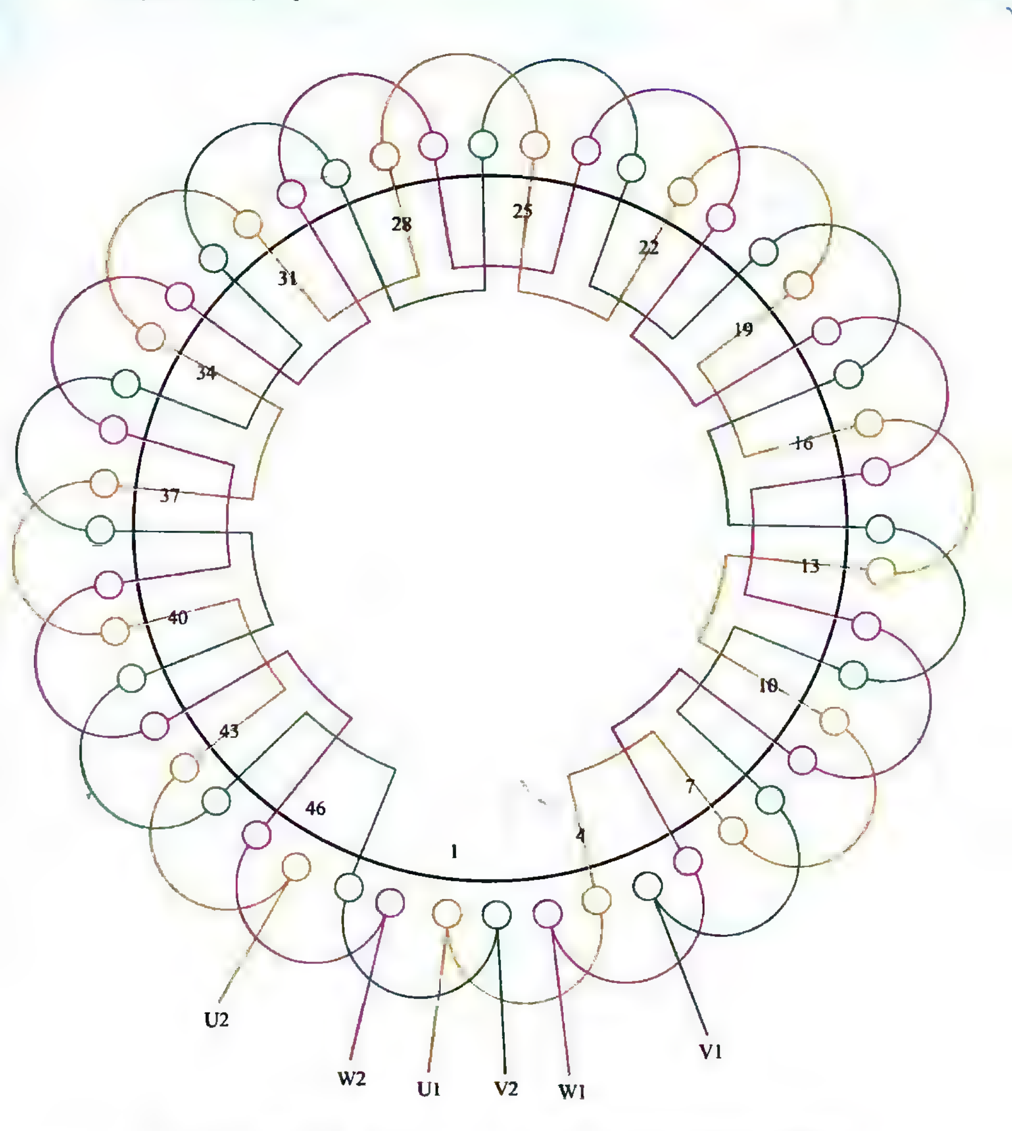


图 4-40　48 槽 16 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式布线

4.3 45（42）槽系列电动机绕组端面布接线图

本节45槽系列包括42槽定子各规格电动机。无论是45槽或42槽在电机型谱中均类于补充规格，故其品种不多；其中45槽铁芯可绕制4至12极的双层叠式，但都只能构成分数绕组。而42槽主要作为2极规格的补充，但也可构成4极绕组。

本节共收入绕组11例，其中45槽6例，42槽5例；除42槽1例单层布线外，余均为双叠绕组。

4.3.1 45槽4极（$y=9$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=45$	每组圈数	$S=4$、3	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=3\frac{3}{4}$	分布系数	$K_d=0.955$
总线圈数	$Q=45$	绕组极距	$\tau=11\frac{1}{4}$	节距系数	$K_p=0.951$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=9$	绕组系数	$K_{dp}=0.908$
每槽电角	$\alpha=16°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，每组由3圈联或4圈联组成，每相则由3个4圈联和1个3圈联按相邻极性相反的原则串接。此绕组在电动机中无实例，主要用于发电机，本例即取材于实修的小型水轮发电机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为9。嵌线顺序见表4-42。

表4-42 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	4	3	2	1	45	44	43	42	41	40		39		38		37		36
	上层											4		3		2		1	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	……			64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		35		34		33	……			13		12		11		10		9
	上层	45		44		43		……				22		21		20		19	
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		8		7		6		5										
	上层	18		17		16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图 4-41 所示。

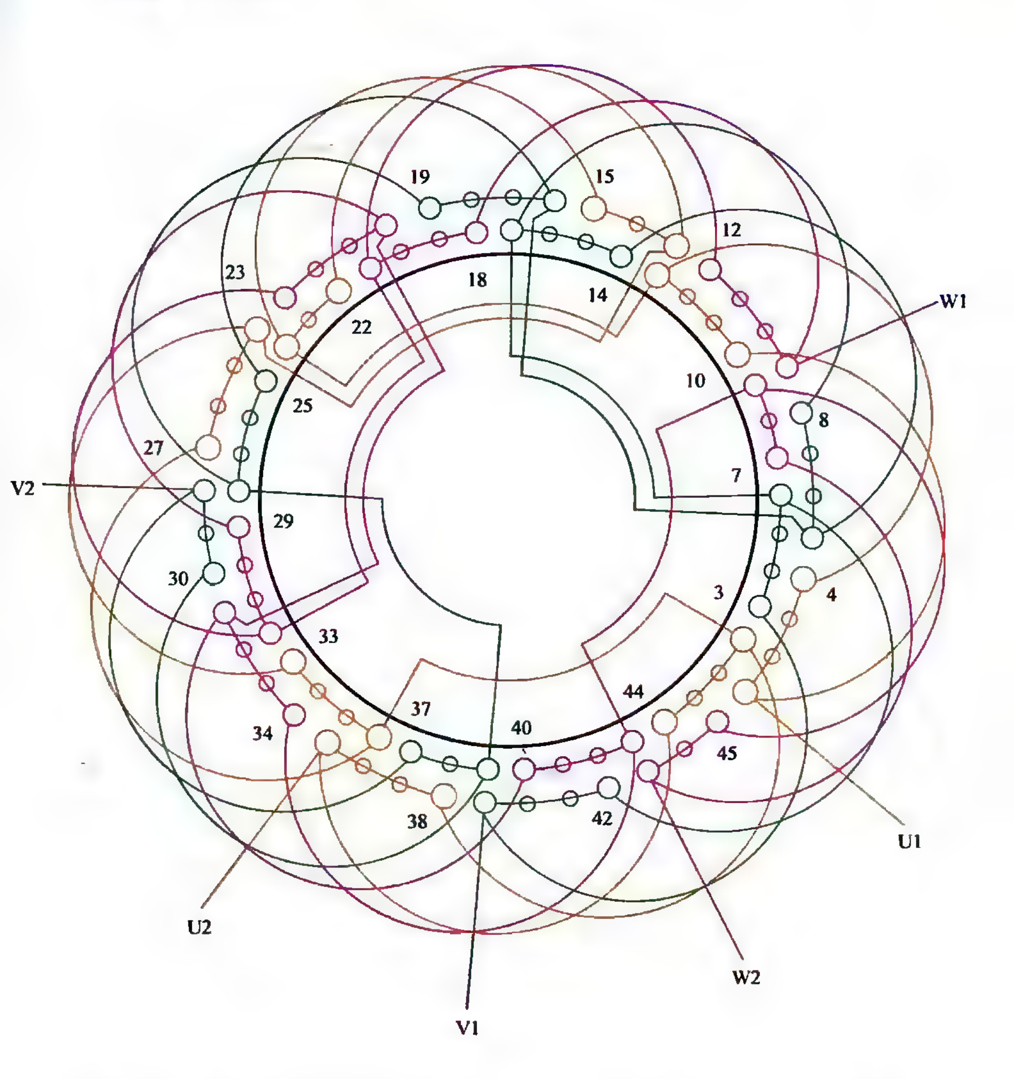


图 4-41　45 槽 4 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.3.2 45 槽 6 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=45$ 每组圈数 $S=3、2$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=2\frac{1}{2}$ 分布系数 $K_d=0.957$

总线圈数 $Q=45$ 绕组极距 $\tau=7\frac{1}{2}$ 节距系数 $K_p=0.951$

线圈组数 $u=18$ 线圈节距 $y=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.91$

每槽电角 $\alpha=24°$ 出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例为分数绕组方案，线圈组由 3、2 圈组成，并按 3 2 3 2……分布规律轮换布线；嵌线时应注意大、小联交替嵌入。此绕组型式应用较多，主要有绕线式电动机 JZR2-11-6、JZR-11-6、JZRB-11-6 及（原苏联）MTK12-6 等定子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见表 4-43。

表 4-43 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
槽号	下层	45	44	43	42	41	40	39		38		37		36		35		34		33		32		31
	上层								45		44		43		42		41		40		39		38	

嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
槽号	下层		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	
	上层	37		36		35		34		33		32		31		30		29		28		27		26

嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
槽号	下层	19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9	
	上层		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16		15

嵌绕次序		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	8		7		6		5		4		3		2		1							
	上层		14		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-42 所示。

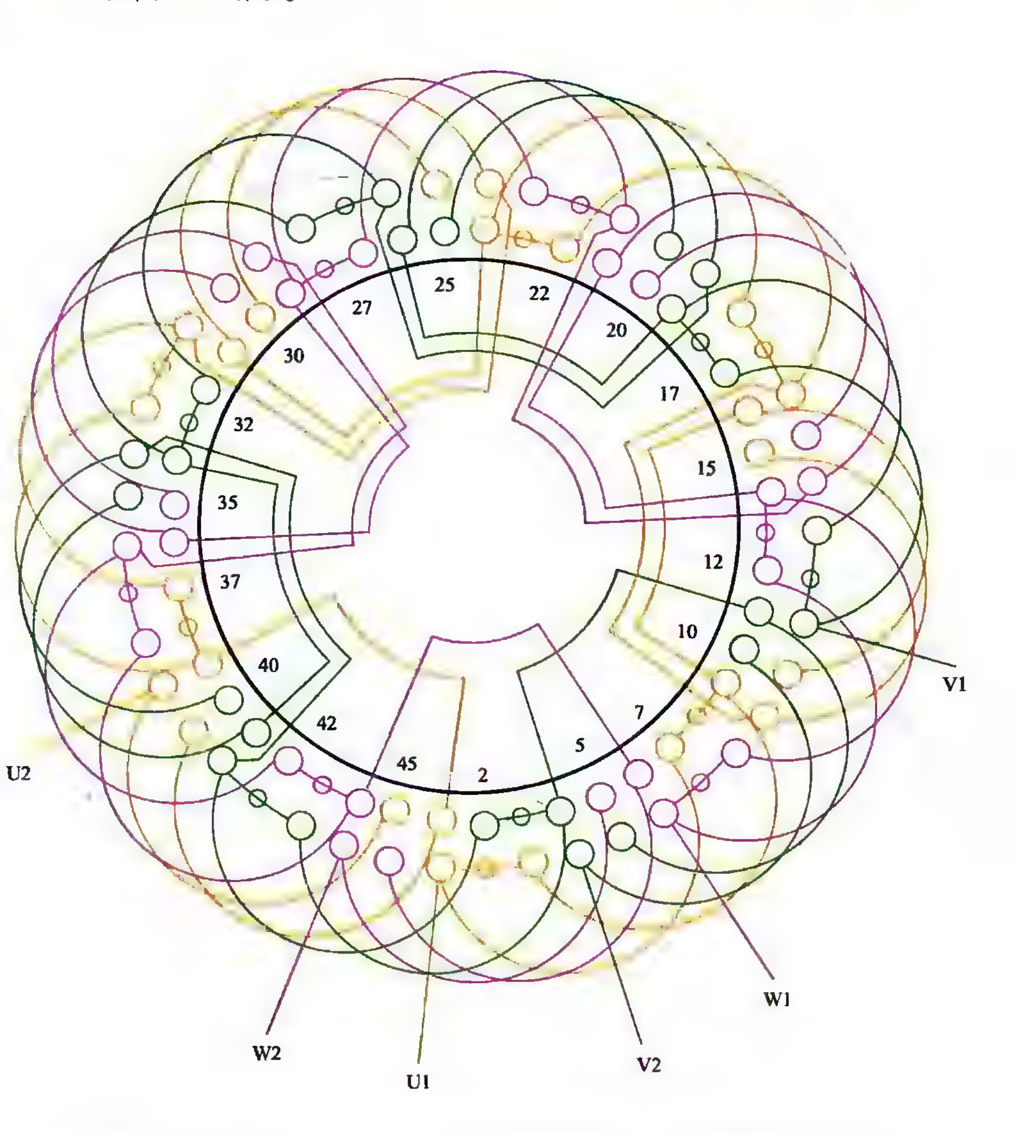


图 4-42　45 槽 6 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.3.3　45 槽 6 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=45$	每组圈数	$S=3$、2	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=2\frac{1}{2}$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=45$	绕组极距	$\tau=7\frac{1}{2}$	节距系数	$K_p=0.995$
线圈组数	$u=18$	线圈节距	$y=7$	绕组系数	$K_{dp}=0.952$
每槽电角	$\alpha=24°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

绕组线圈节距较上例增加 1 槽，故绕组系数略有提高，但嵌线吊边也增加 1 槽，故各有得失；其余结构基本同上例，即绕组由 3 圈和双圈组成，分数线圈分布规律仍是 3 2 3 2……。主要应用实例有绕线式电动机 YZR-132M1-6 及老系列 JO2-61-6 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 4-44。

表 4-44　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
槽号	下层	45	44	43	42	41	40	39	38		37		36		35		34		33		32		31	
	上层									45		44		43		42		41		40		39		38
嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
槽号	下层	30		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19
	上层		37		36		35		34		33		32		31		30		29		28		27	
嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
槽号	下层		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层	26		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16		15
嵌绕次序		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90		
槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1										
	上层		14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1		

(4) 绕组端面布接线

如图 4-43 所示。

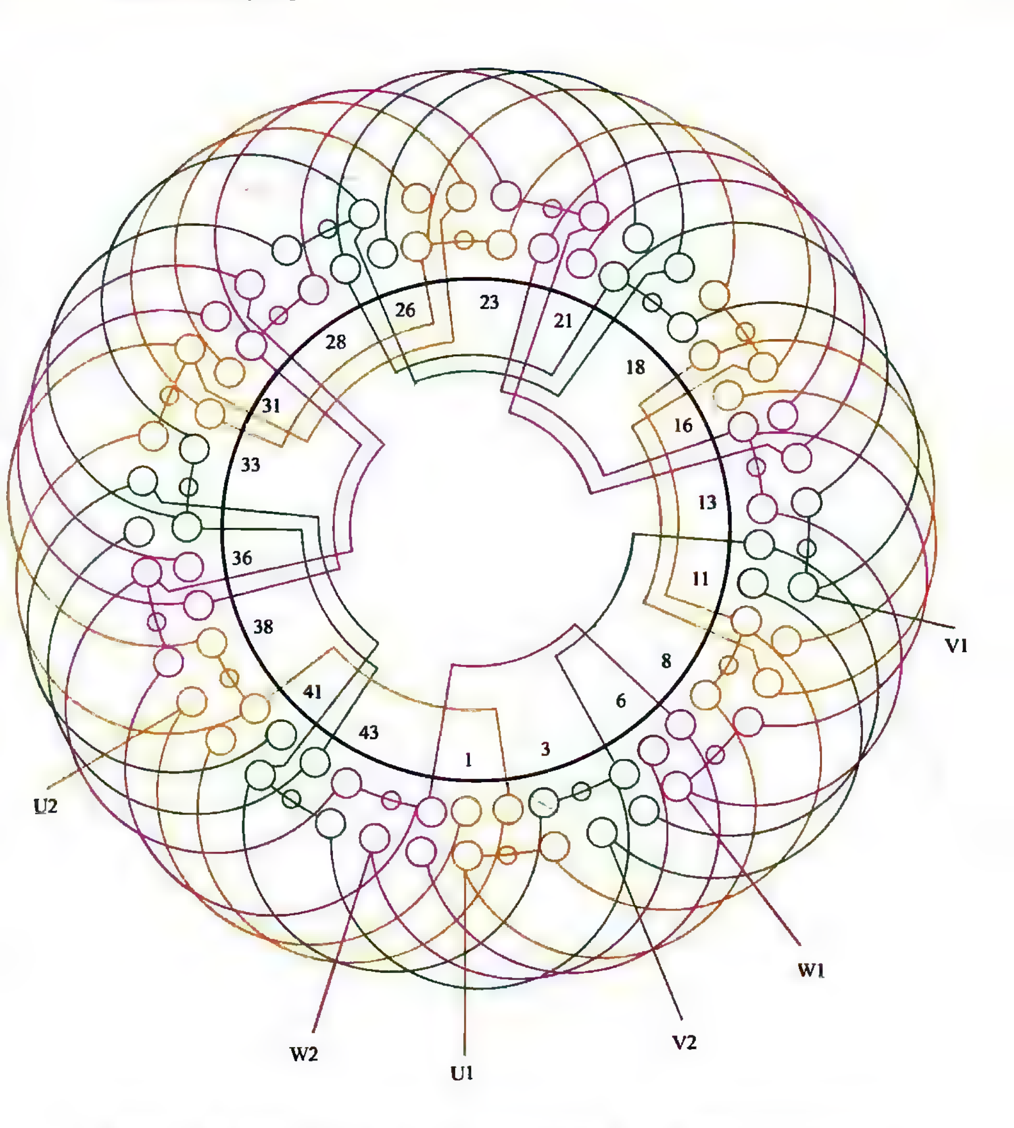


图 4-43　45 槽 6 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.3.4 45 槽 8 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=45$ 每组圈数 $S=2$、1 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=8$ 极相槽数 $q=1\frac{7}{8}$ 分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=45$ 绕组极距 $\tau=5\frac{5}{8}$ 节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=24$ 线圈节距 $y=5$ 绕组系数 $K_{dp}=0.94$

每槽电角 $\alpha=32°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例为分数绕组布线方案，线圈由单、双圈组成，分布规律是 2 2 2 2 2 2 2 1。主要应用实例有 JG2-51-8 三相交流辊道用电动机及 JO-62-8 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 5。嵌线顺序见表 4-45。

表 4-45 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	45	44	43	42	41	40		39		38		37		36		35		34
	上层							45		44		43		42		41		40	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		49	50	51	52	53	54
槽号	下层		33		32		31		30		29	……			18		17		16
	上层	39		38		37		36		35		……		24		23		22	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		15		14		13		12		11		10		9		8		7
	上层	21		20		19		18		17		16		15		14		13	
嵌绕次序		73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		6		5		4		3		2		1						
	上层	12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-44 所示。

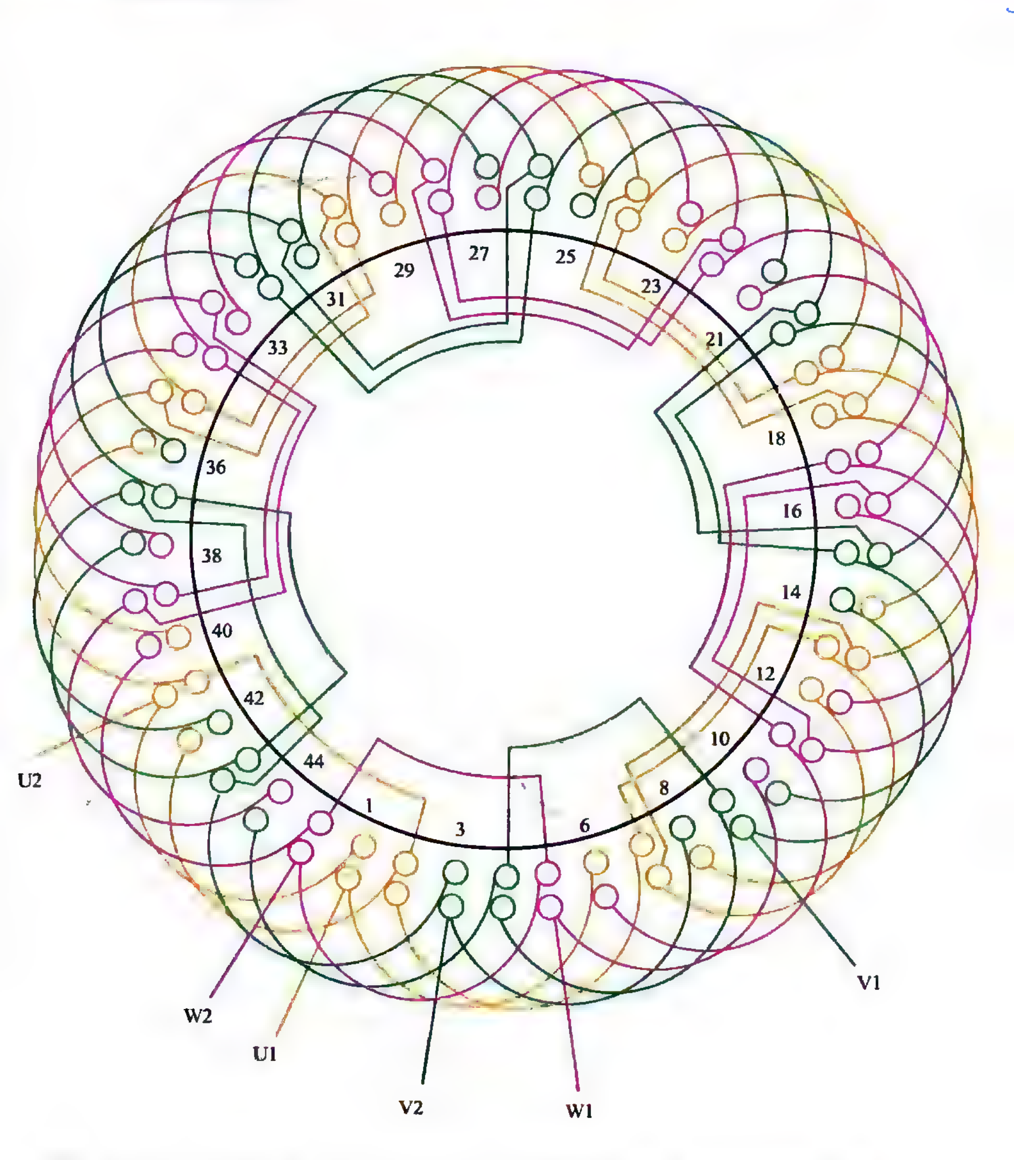


图 4-44　45 槽 8 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.3.5 45 槽 10 极（$y=4$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=45$　每组圈数 $S=2、1$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=10$　极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=45$　绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=30$　线圈节距 $y=4$　绕组系数 $K_{dp}=0.946$

每槽电角 $\alpha=40°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组是分数线圈布线安排，线圈由单、双圈组成，绕组分布规律为 2 1 2 1……。主要应用实例有辊道用电动机 JG2-51-10 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 4。嵌线顺序见表 4-46。

表 4-46　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
槽号	下层	45	44	43	42	41		40		39		38		37		36		35		34		33		32
	上层						45		44		43		42		41		40		39		38		37	
嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
槽号	下层		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21	
	上层	36		35		34		33		32		31		30		29		28		27		26		25
嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
槽号	下层	20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10		9
	上层		24		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14	

嵌绕次序		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层		8		7		6		5		4		3		2		1					
	上层	13		12		11		10		9		8		7		6		5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-45 所示。

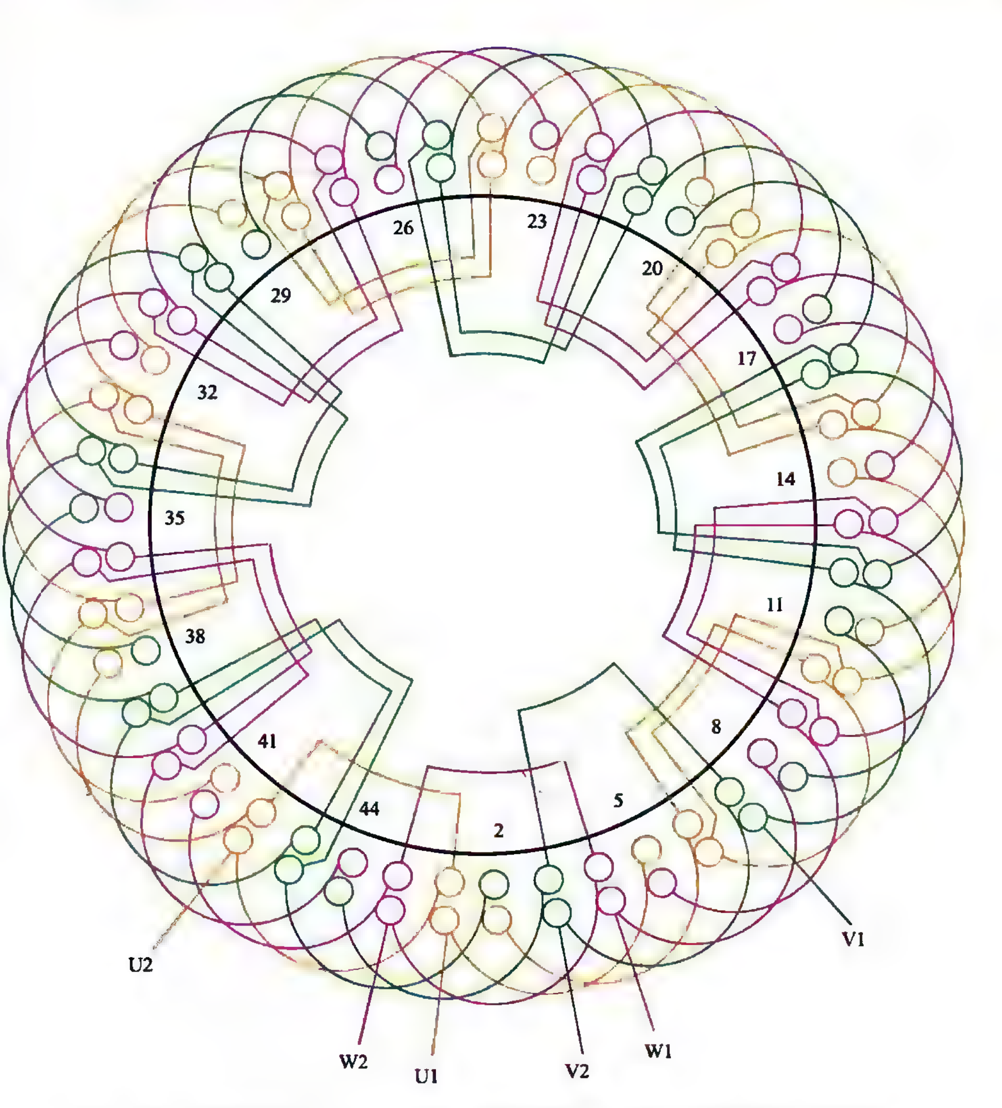


图 4-45　45 槽 10 极（$y=4$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.3.6 45 槽 12 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=45$	每组圈数	$S=2$、1	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=12$	极相槽数	$q=1\frac{1}{4}$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=45$	绕组极距	$\tau=3\frac{3}{4}$	节距系数	$K_p=0.951$
线圈组数	$u=36$	线圈节距	$y=3$	绕组系数	$K_{dp}=0.91$
每槽电角	$\alpha=48°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例属于分数绕组，线圈组由单圈和双圈组成，绕组分布规律是 2 1 1 1……。采用一路串联接线，故同相相邻线圈组的极性相反，即“尾与尾”或“头与头”相接。此绕组实际应用不多，主要应用实例有辊道用电动机 JG2-51-12。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 3。嵌线顺序见表 4-47。

表 4-47 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
槽号	下层	45	44	43	42		41		40		39		38		37		36		35		34		33	
	上层					45		44		43		42		41		40		39		38		37		36

嵌绕次序		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
槽号	下层	32		31		30		29		28		27		26		25		24		23		22		21
	上层		35		34		33		32		31		30		29		28		27		26		25	

嵌绕次序		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
槽号	下层		20		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10	
	上层	24		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14		13

嵌绕次序		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3		2		1				
	上层		12		11		10		9		8		7		6		5		4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-46 所示。

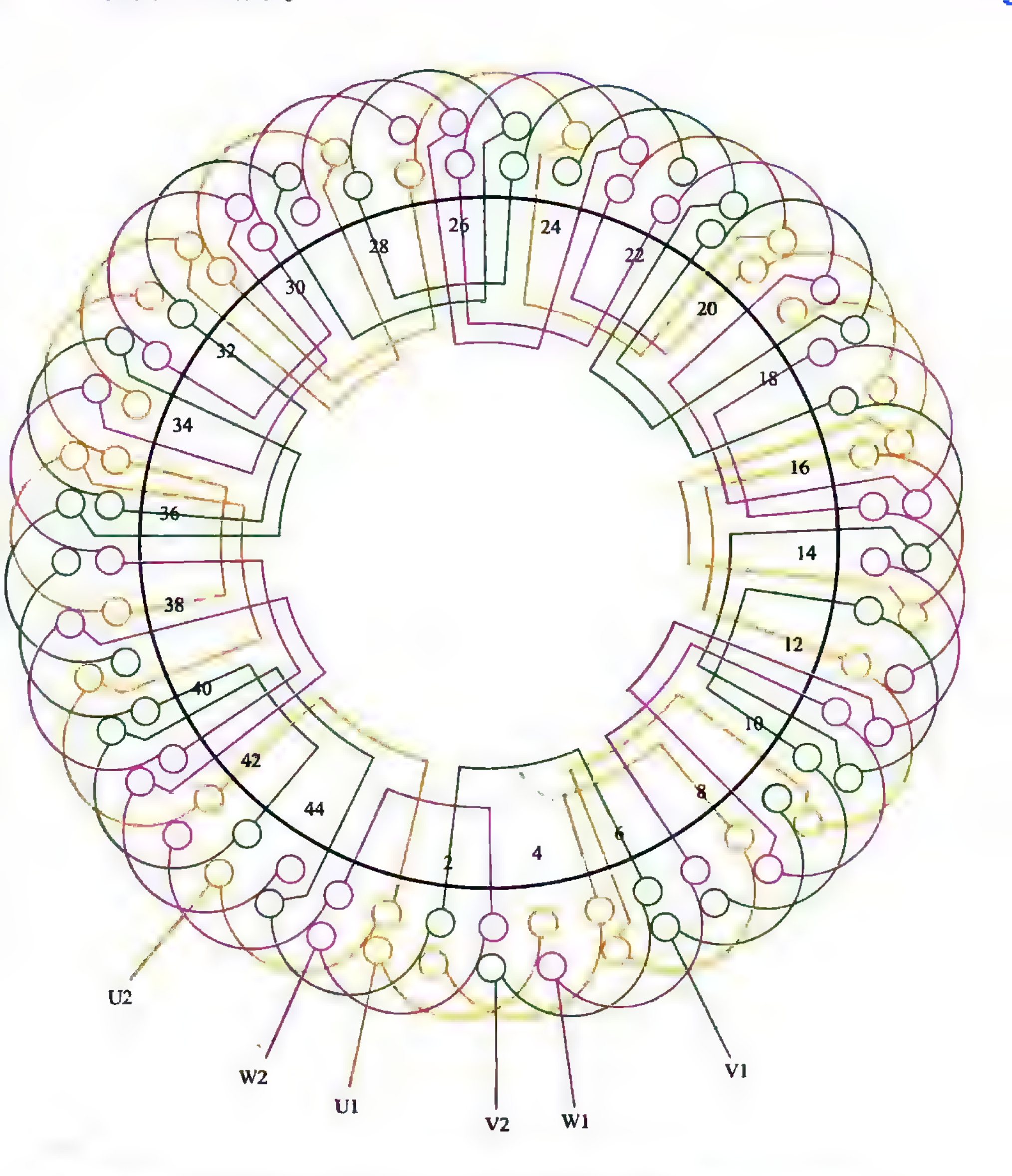


图 4-46　45 槽 12 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.3.7 42槽2极（$y=14$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=42$　　电机极数 $2p=2$

总线圈数 $Q=42$　　线圈组数 $u=6$

每组圈数 $S=7$　　极相槽数 $q=7$

绕组极距 $\tau=21$　　线圈节距 $y=14$

并联路数 $a=2$　　每槽电角 $\alpha=8.57°$

分布系数 $K_d=0.956$　　节距系数 $K_p=0.866$

绕组系数 $K_{dp}=0.828$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由于槽数多、极距宽，交叠嵌线的吊边数达到14个，这也是确保连续相带的条件下，可选用的最小节距，故其绕组系数较低。此绕组一般用于小型电机中的大功率2极电动机。应用实例有JO2-92-2、铝绕组电动机JO2L-91-2等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为14。嵌线顺序见表4-48。

表4-48　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28		27	
	上层																42		41
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	……		43	44	45	46	47	48
槽号	下层	26		25		24		23		22		……		14		13		12	
	上层		40		39		38		37		36	……			28		27		26
嵌绕次序		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
槽号	下层	11		10		9		8		7		6		5		4		3	
	上层		25		24		23		22		21		20		19		18		17
嵌绕次序		67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
槽号	下层	2		1															
	上层		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-47 所示。

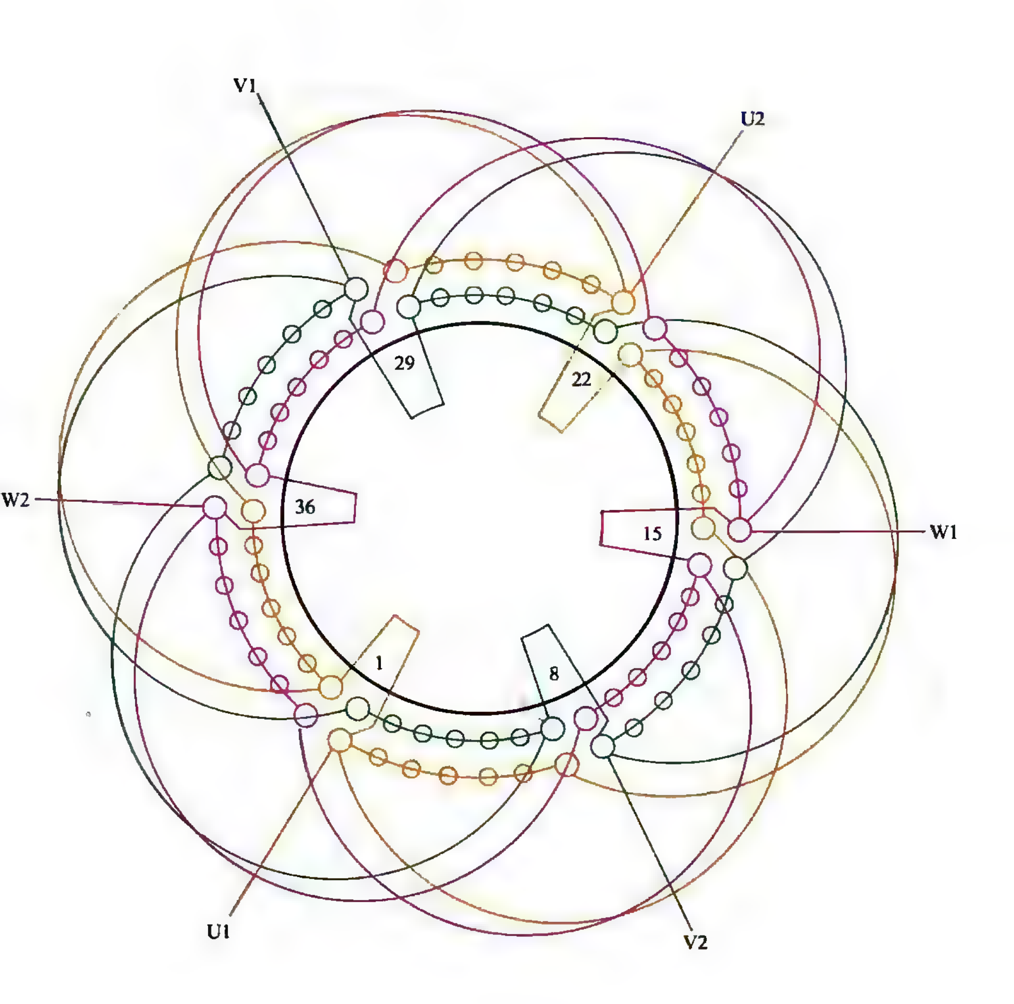


图 4-47　42 槽 2 极（$y=14$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.3.8 42 槽 2 极（$y=15$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=42$　每组圈数 $S=7$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=7$　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=42$　绕组极距 $\tau=21$　节距系数 $K_p=0.904$

线圈组数 $u=6$　线圈节距 $y=15$　绕组系数 $K_{dp}=0.864$

每槽电角 $\alpha=8.57°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是槽数较多的 2 极绕组，采用线圈节距较大，使嵌线吊边数达 15 个，故嵌线比较困难。应用实例有 Y-280S-2 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 15。嵌线顺序见表 4-49。

表 4-49　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
槽号	下层	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27		26		25	
	上层																	42		41		40
嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
槽号	下层	24		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14
	上层		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30	
嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
槽号	下层		13		12		11		10		9		8		7		6		5		4	
	上层	29		28		27		26		25		24		23		22		21		20		19
嵌绕次序		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
槽号	下层	3		2		1																
	上层		18		17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-48 所示。

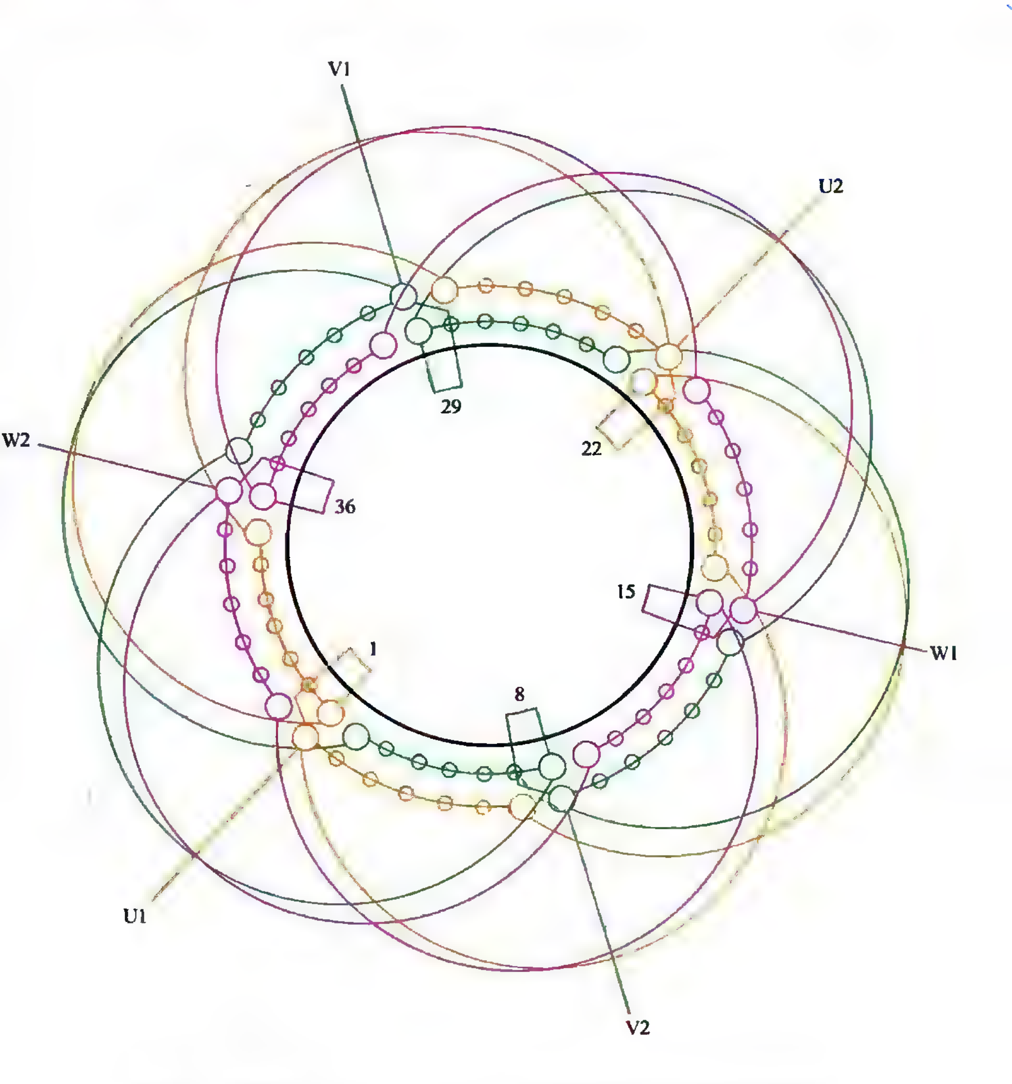


图 4-48　42 槽 2 极（$y=15$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.3.9 42 槽 2 极（$y=16$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=42$　每组圈数 $S=7$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=7$　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=42$　绕组极距 $\tau=21$　节距系数 $K_p=0.93$

线圈组数 $u=6$　线圈节距 $y=16$　绕组系数 $K_{dp}=0.889$

每槽电角 $\alpha=8.57°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组节距比上例再增 1 槽，绕组系数也相应提高，但嵌线吊边数增至 16 个，使交叠嵌线更显难度。此绕组实际应用也不多，主要应用有 YX-280S-2 高效率电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 16。嵌线顺序见表 4-50。

表 4-50　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
槽号	下层	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26		25		24
	上层																		42		41	
嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
槽号	下层		23		22		21		20		19		18		17		16		15		14	
	上层	40		39		38		37		36		35		34		33		32		31		30
嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
槽号	下层	13		12		11		10		9		8		7		6		5		4		3
	上层		29		28		27		26		25		24		23		22		21		20	
嵌绕次序		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
槽号	下层		2		1																	
	上层	19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-49 所示。

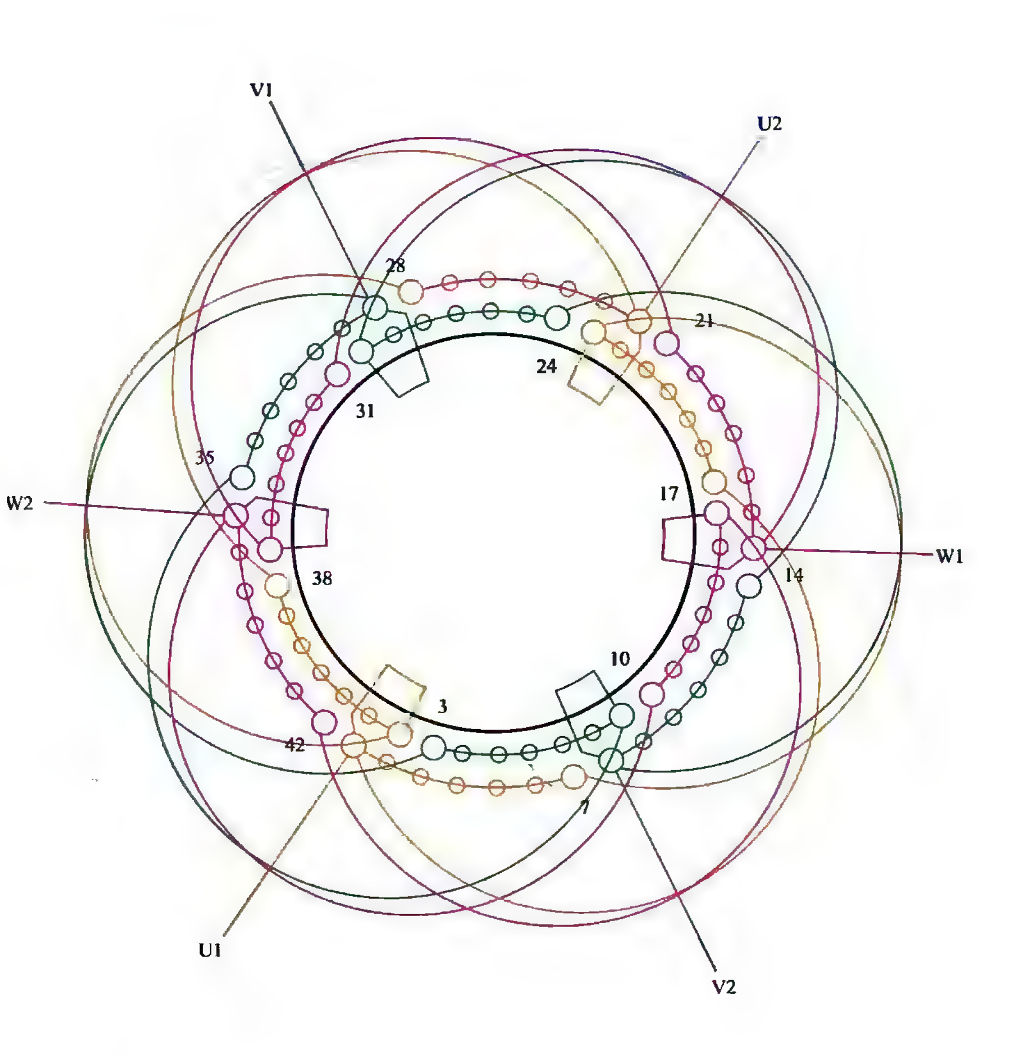


图 4-49　42 槽 2 极（$y=16$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.3.10　42 槽 4 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=42$　每组圈数　$S=3$、4　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=3\frac{1}{2}$　分布系数　$K_d=0.956$

总线圈数　$Q=42$　绕组极距　$\tau=10\frac{1}{2}$　节距系数　$K_p=0.93$

线圈组数　$u=12$　线圈节距　$y=8$　绕组系数　$K_{dp}=0.889$

每槽电角　$\alpha=17.14°$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组是分数布线方案，每组由 3、4 圈组成，线圈分布的循环规律为 4 3 4 3 4 3。此型式在系列电动机中没有应用，仅见用于小型同步发电机电枢绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 8。嵌线顺序见表 4-51。

表 4-51　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
槽号	下层	42	41	40	39	38	37	36	35	34		33		32		31		30		29		28
	上层										42		41		40		39		38		37	
嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
槽号	下层		27		26		25		24		23		22		21		20		19		18	
	上层	36		35		34		33		32		31		30		29		28		27		26
嵌绕次序		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
槽号	下层	17		16		15		14		13		12		11		10		9		8		7
	上层		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16	
嵌绕次序		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
槽号	下层		6		5		4		3		2		1									
	上层	15		14		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-50 所示。

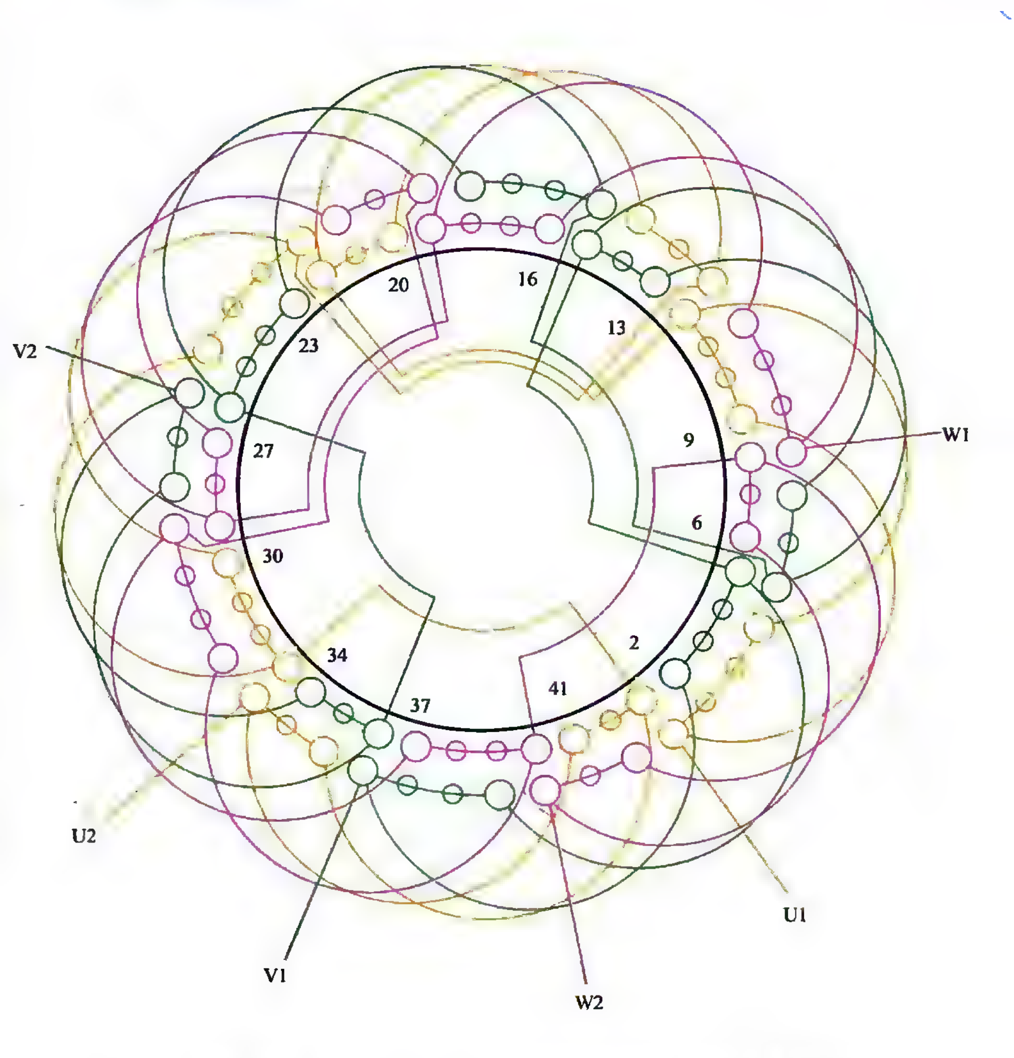


图 4-50　42 槽 4 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.3.11 42 槽 14 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=42$　每组圈数 $S=1$　并联路数 $a=1$
电机极数 $2p=14$　极相槽数 $q=1$　线圈节距 $y=3$
总线圈数 $Q=21$　绕组极距 $\tau=3$　绕组系数 $K_{dp}=1$
线圈组数 $u=21$　每槽电角 $\alpha=60°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例采用单层庶极布线，每相有 7 只线圈，并相距一极距分布，接线是一路串联，但由于庶极布线，同相相邻的线圈（组）必须极性相同，即“尾与头”或“头与尾”顺接串联，因此，三相绕组全部线圈极性方向都是一致的。

此绕组取自汽车专用交流发电机，它原本采用一路 Y 形连接并引出线 3 根。但考虑绕组的通用性，本例按 6 根引线绘图，如修理时是 Y 形接法则可将 U2、V2、W2 在机内接成星点，引出 U1、V1、W1 即可。主要应用实例有 JF173、JF2812Y 及 JF1000 等汽车专用交流发电机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组可采用隔圈整嵌形成双平面绕组，也可用交叠法嵌线，嵌线仅吊 1 边，交叠嵌线顺序见表 4-52。

表 4-52　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
槽号	沉边	1	41		39		37		35		33		31		29		27		25		13	
	浮边			2		42		40		38		36		34		32		30		28		26
嵌绕次序		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
槽号	沉边	21		19		17		15		13		11		9		7		5		3		
	浮边		24		22		20		18		16		14		12		10		8		6	4

(4) 绕组端面布接线

如图4-51所示。

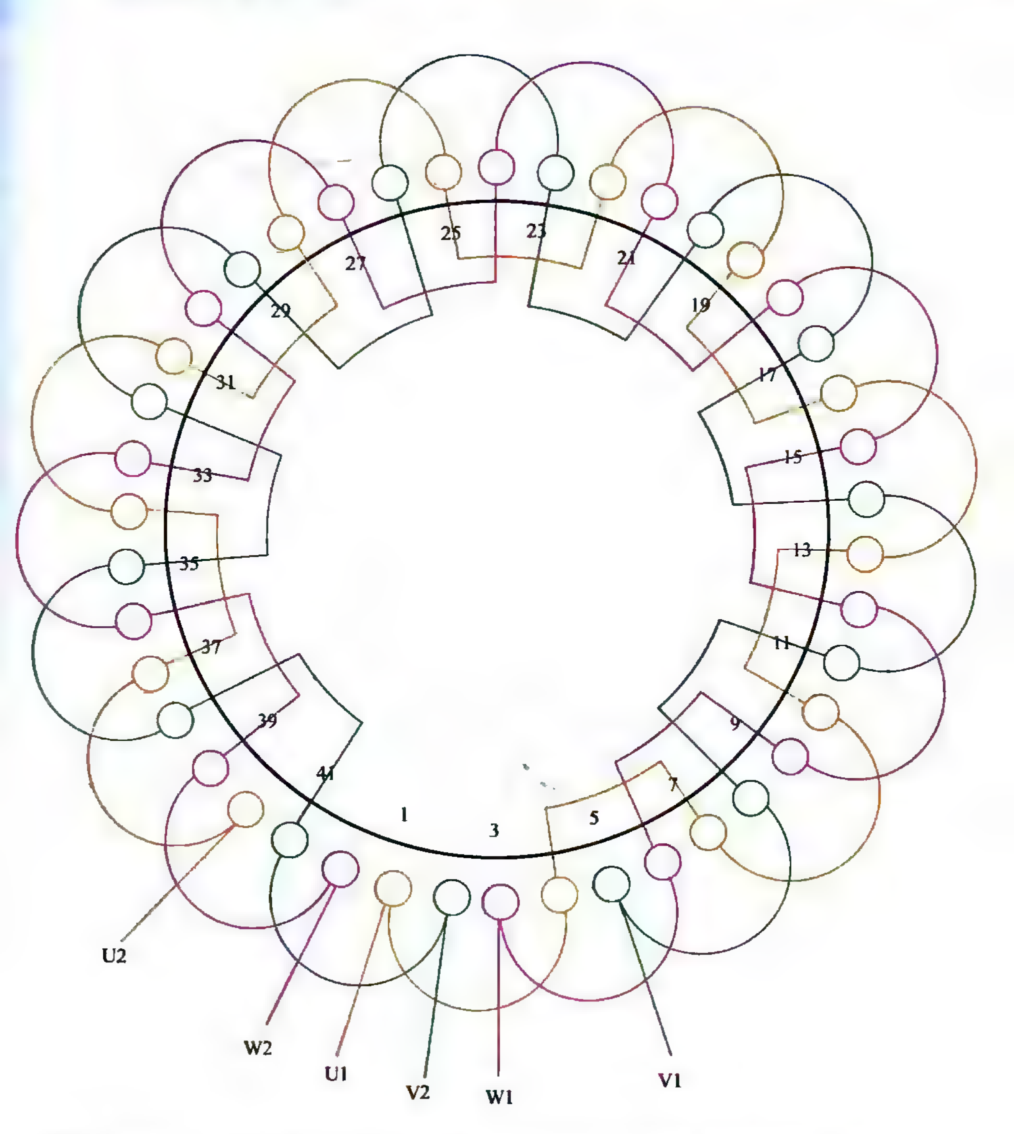


图4-51　42槽14极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

4.4 36（30）槽系列 2 极电动机绕组端面布接线图

36 槽是小型电动机最常用的典型规格，本节是 2 极电动机绕组图例，收入 36 槽 2 极绕组 12 例；另有 36 槽 2 极（$y=10$、$a=1$；$y=10$、$a=2$）2 例与高压电机兼用而未编入，如需请在第 1 章查阅。30 槽定子是型谱补充规格，实际应用不广，主要用于二极电动机，也可构成 4 极及 6 极绕组，但系列中极少应用，故而将 30 槽定子并入本节。本节收入 30 槽 2 极绕组仅 4 例。此外，27 槽定子在系列电动机中仅 1 例，是 6 极电动机的补充规格，也并入本节。

4.4.1 36 槽 2 极（$y=11$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（超短距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=36$　　电机极数　$2p=2$

总线圈数　$Q=36$　　线圈组数　$u=6$

每组圈数　$S=6$　　极相槽数　$q=6$

绕组极距　$\tau=18$　　线圈节距　$y=11$

并联路数　$a=1$　　每槽电角　$\alpha=10°$

分布系数　$K_d=0.956$　　节距系数　$K_p=0.819$

绕组系数　$K_{dp}=0.783$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由六联组构成，每相两组反极性串联；绕组节距缩短超过极距的 1/3，故属断续相带分布，在高速电机中有较好的稳定性，但绕组系数低而耗费铜线，且效率也较低。此例取自实修电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 11。嵌线顺序见表 4-53。

表 4-53　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25		24		23		22
	上层													36		35		34	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	……		47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		21		20		19		18	……			7		6		5		4
	上层	33		32		31		30		……		19		18		17		16	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-52 所示。

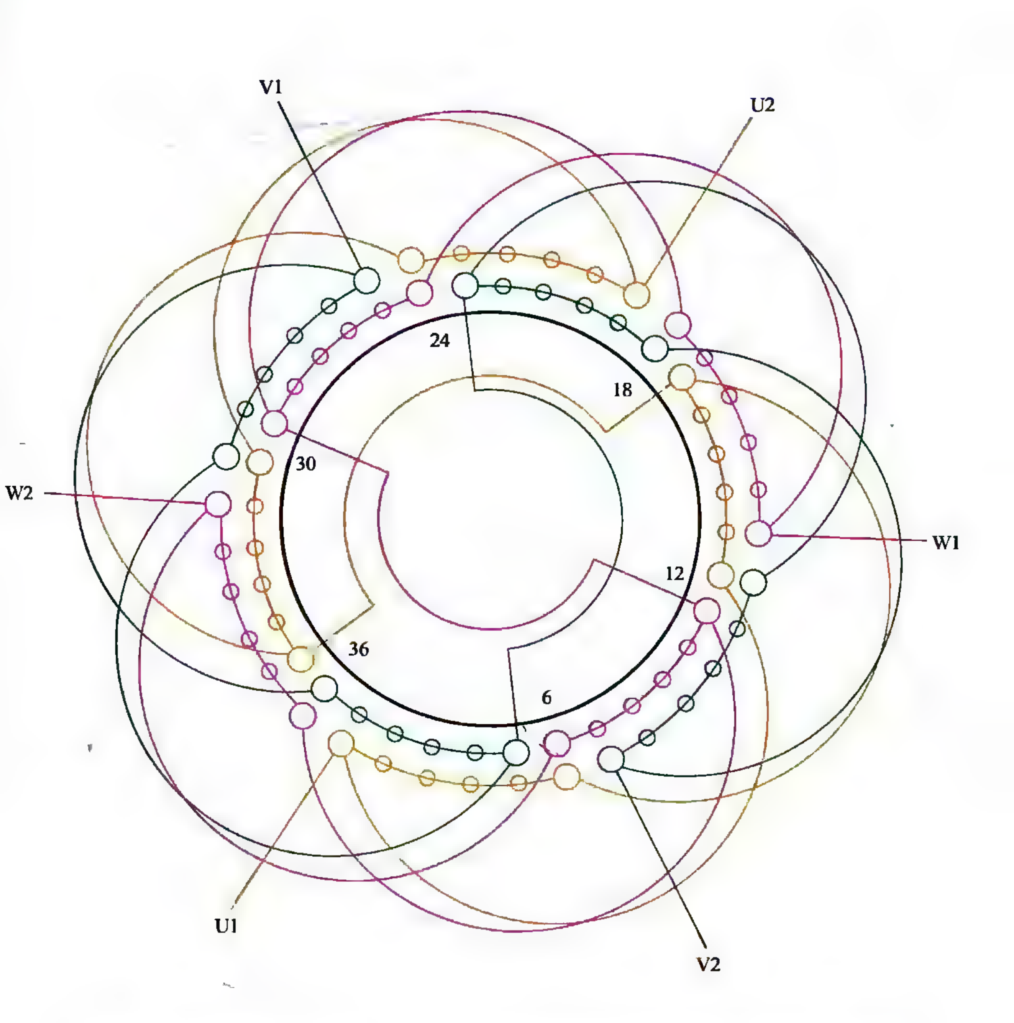


图 4-52　36 槽 2 极（$y=11$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（超短距）布线

4.4.2 36 槽 2 极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（超短距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=6$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=6$　线圈节距 $y=11$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=18$　分布系数 $K_d=0.956$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=10°$　节距系数 $K_p=0.819$

绕组系数 $K_{dp}=0.783$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组结构与上例基本相同，但改用二路并联，所以每相两组线圈是反极性并联；绕组特点也如上例。此绕组在低压高速电机中属于功率较大的小型电动机。常见的应用实例如 JS2-355M2-2、老系列 JO-82-2 及 JO1-92-2 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，即嵌 1 槽，后退再嵌 1 槽，吊边数为 11，第 12 线圈开始整嵌。嵌线顺序见表 4-54。

表 4-54　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25		24		23		22
	上层													36		35		34	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层		21		20		19		18		17		16		15		14		13
	上层	33		32		31		30		29		28		27		26		25	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		12		11		10		9		8		7		6		5		4
	上层	24		23		22		21		20		19		18		17		16	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		3		2		1												
	上层	15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-53 所示。

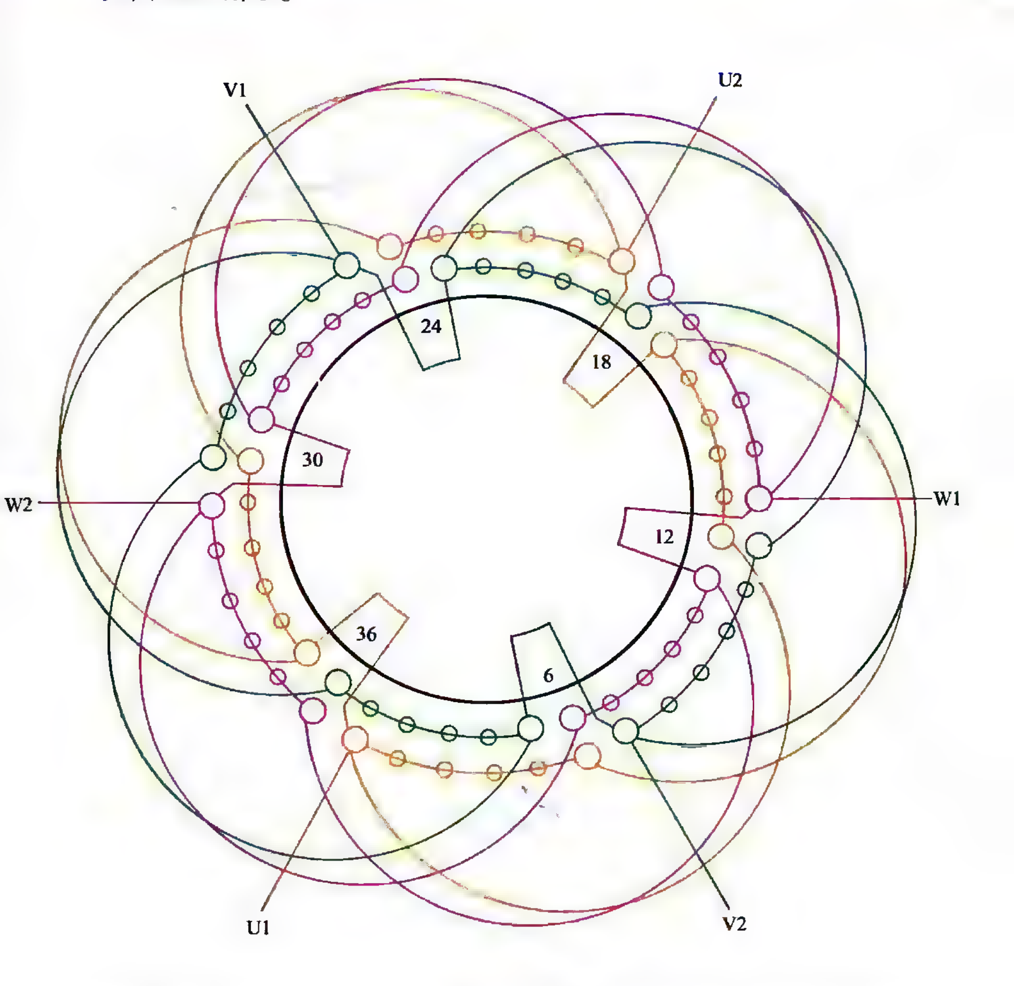


图 4-53　36 槽 2 极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式（超短距）布线

4.4.3　36槽2极（$y=12$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=6$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=6$	分布系数	$K_d=0.956$
总线圈数	$Q=36$	绕组极距	$\tau=18$	节距系数	$K_p=0.866$
线圈组数	$u=6$	线圈节距	$y=12$	绕组系数	$K_{dp}=0.828$
每槽电角	$\alpha=10°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用连续相带的最短节距，使2极电动机极面拓宽到12槽，有利于降低运行噪声和平稳运行。主要应用实例有三相异步电动机J2-61-2、JO-72-2等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为12。嵌线顺序见表4-55。

表4-55　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24		23		22	
	上层														36		35		34
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	21		20		19		18		17		16		15		14		13	
	上层		33		32		31		30		29		28		27		26		25
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	12		11		10		9		8		7		6		5		4	
	上层		24		23		22		21		20		19		18		17		16
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	3		2		1													
	上层		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-54 所示。

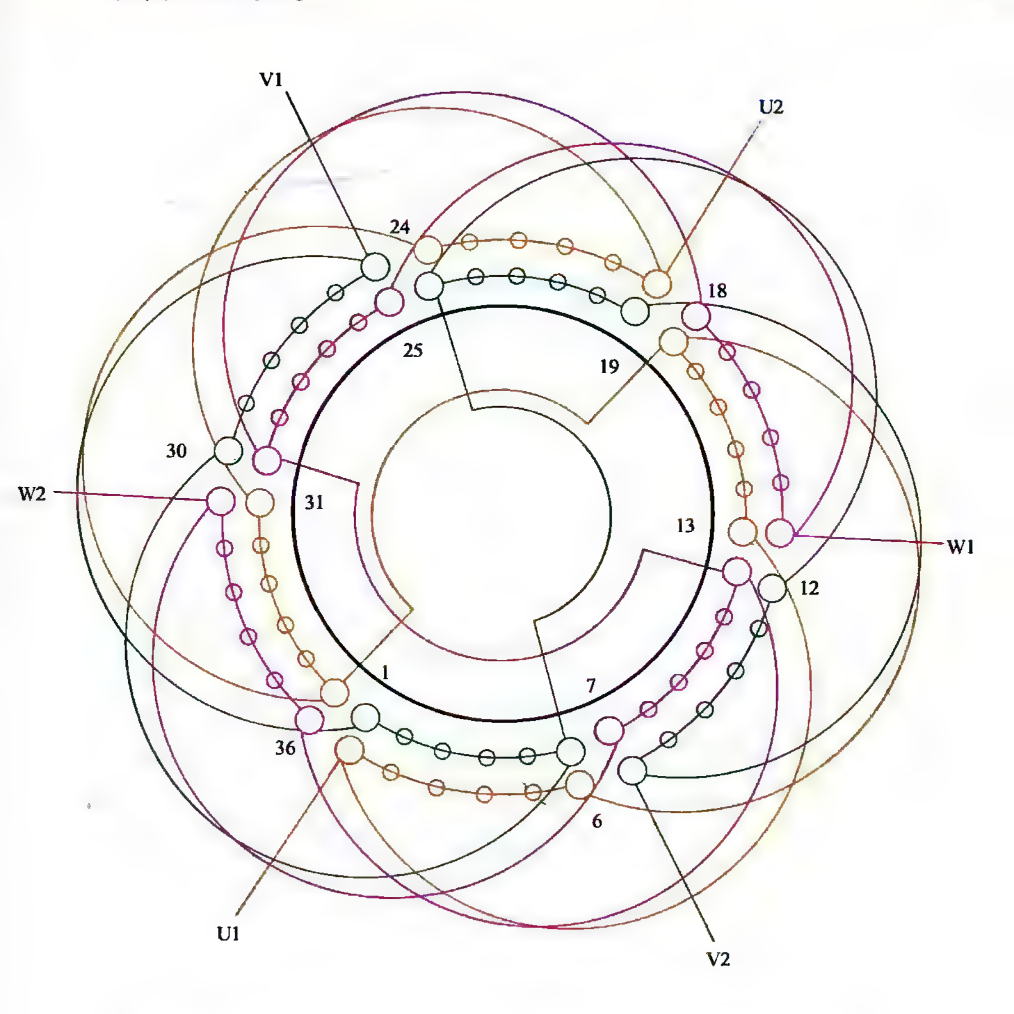


图 4 54　36 槽 2 极（$y=12$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.4.4 36槽2极（$y=12$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=6$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=6$　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=18$　节距系数 $K_p=0.866$

线圈组数 $u=6$　线圈节距 $y=12$　绕组系数 $K_{dp}=0.828$

每槽电角 $\alpha=10°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组特点基本同上例，但采用二路并联，接线时可将同相两组头与尾并接后引出线。主要应用实例有三相异步电动机 J2-81-2、JO2L-71-2、JO2-82-2 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例为交叠嵌线法，吊边数为 12。嵌线顺序见表 4-56。

表 4-56　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	6	5	4	3	2	1	36	35	34	33	32	31	30		29		28	
	上层														6		5		4
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	27		26		25		24		23		22		21		20		19	
	上层		3		2		1		36		35		34		33		32		31
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	18		17		16		15		14		13		12		11		10	
	上层		30		29		28		27		26		25		24		23		22
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	9		8		7													
	上层		21		20		19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 4-55 所示。

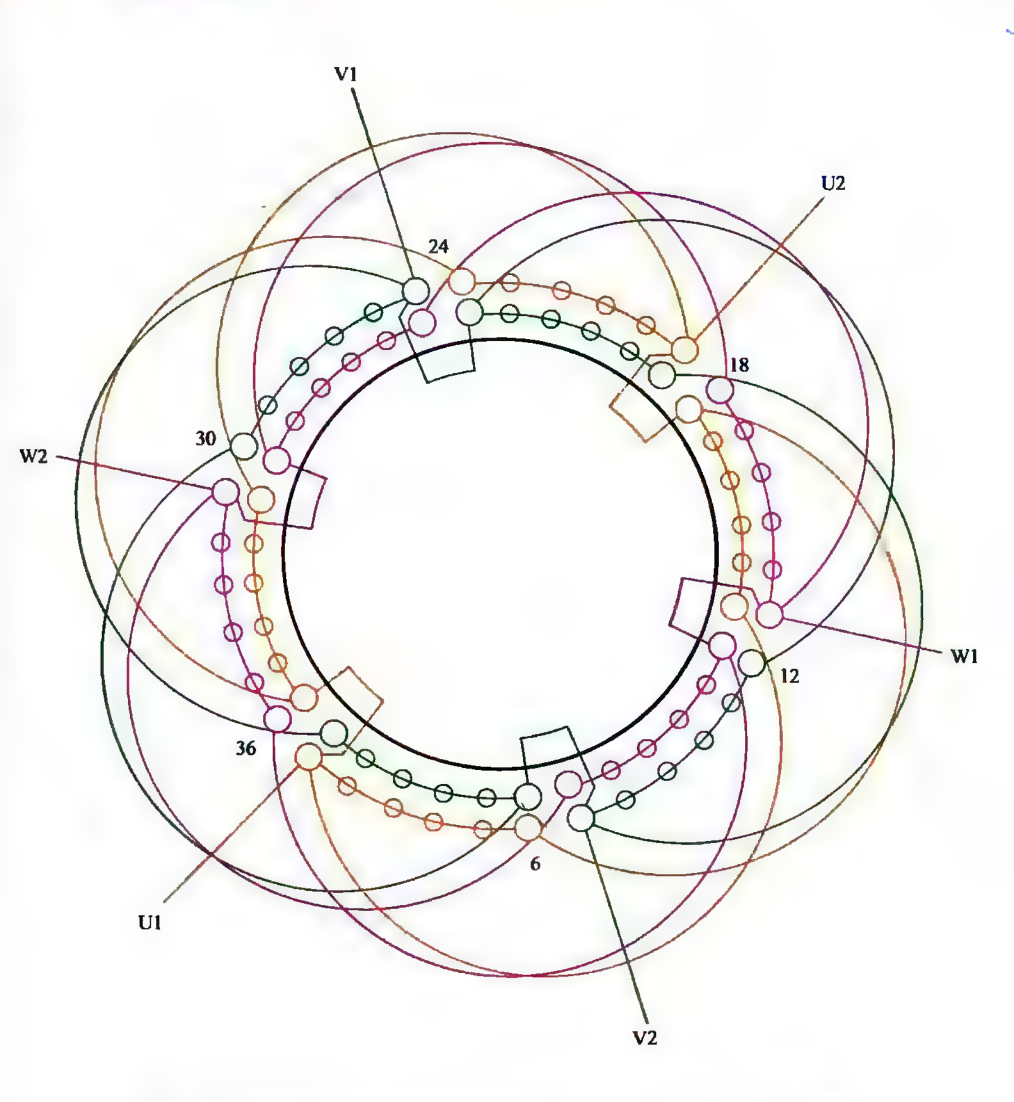


图 4-55　36 槽 2 极（$y=12$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.4.5 36 槽 2 极（$y=13$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=6$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=6$	分布系数	$K_d=0.956$
总线圈数	$Q=36$	绕组极距	$\tau=18$	节距系数	$K_p=0.906$
线圈组数	$u=6$	线圈节距	$y=13$	绕组系数	$K_{dp}=0.866$
每槽电角	$\alpha=10°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由 6 组线圈构成，每相由 2 个六联组反向串联而成；绕组节距较上例增长 1 槽，使绕组系数略有提高。此绕组实际应用不多，主要应用实例有老系列如 J-71-2，也见用于新系列 Y-180M-2 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，嵌线需吊边 13 个，嵌线顺序见表 4-57。

表 4-57 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23		22		21
	上层															36		35	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层		20		19		18		17		16		15		14		13		12
	上层	34		33		32		31		30		29		28		27		26	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		11		10		9		8		7		6		5		4		3
	上层	25		24		23		22		21		20		19		18		17	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		2		1														
	上层	16		15		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-56 所示。

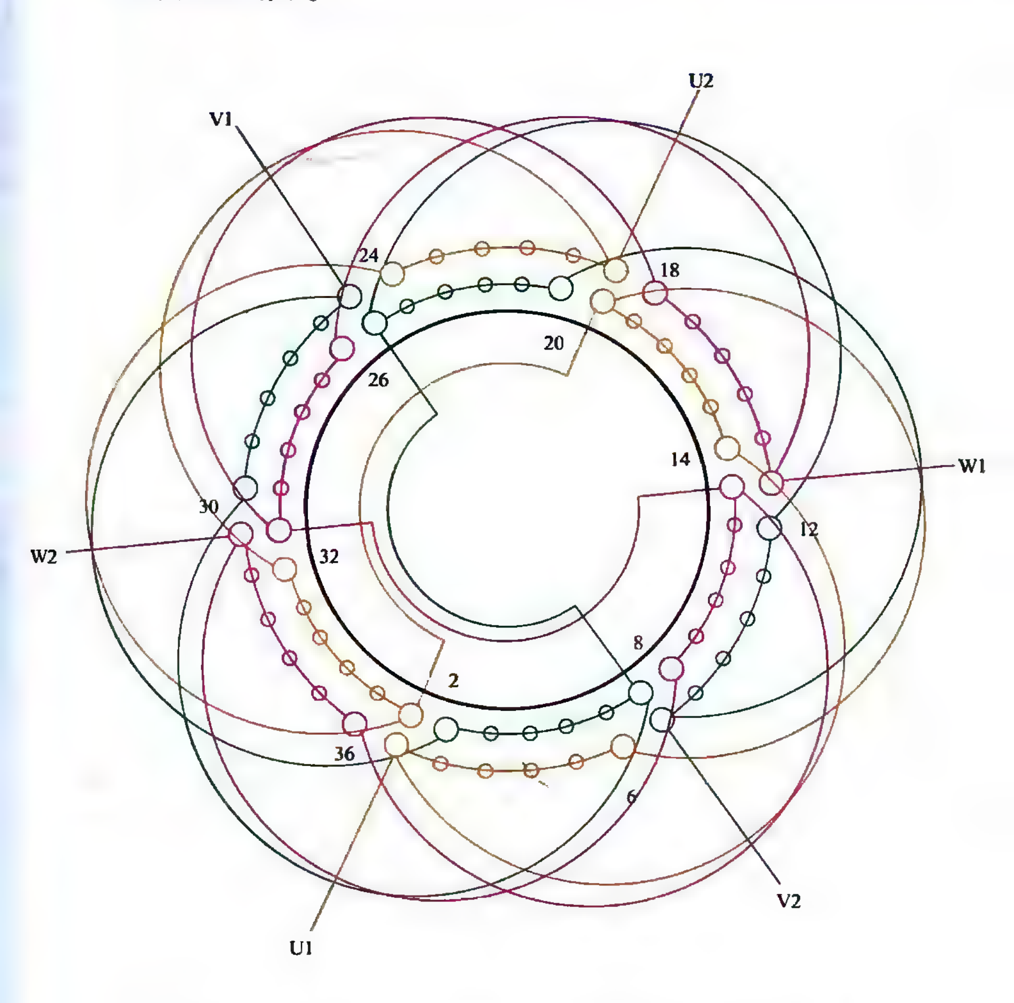


图 4-56　36 槽 2 极（$y=13$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.4.6 36槽2极（$y=13$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=6$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=6$　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=18$　节距系数 $K_p=0.906$

线圈组数 $u=6$　线圈节距 $y=13$　绕组系数 $K_{dp}=0.866$

每槽电角 $\alpha=10°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例特点同上例，但采用二路并联接线，要求同相相邻两线圈组反极性，故将上下层边同相同槽的两线圈线头并接引出。主要应用实例有Y250M-2、铝绕组电动机JO2L-61-2及高效率电动机YX-200L1-2，还有Y3-200L2-2等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为13。嵌线次序见表4-58。

表4-58　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	6	5	4	3	2	1	36	35	34	33	32	31	30	29		28		27
	上层															6		5	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层		26		25		24		23		22		21		20		19		18
	上层	4		3		2		1		36		35		34		33		32	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		17		16		15		14		13		12		11		10		9
	上层	31		30		29		28		27		26		25		24		23	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		8		7														
	上层	22		21		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 4-57 所示。

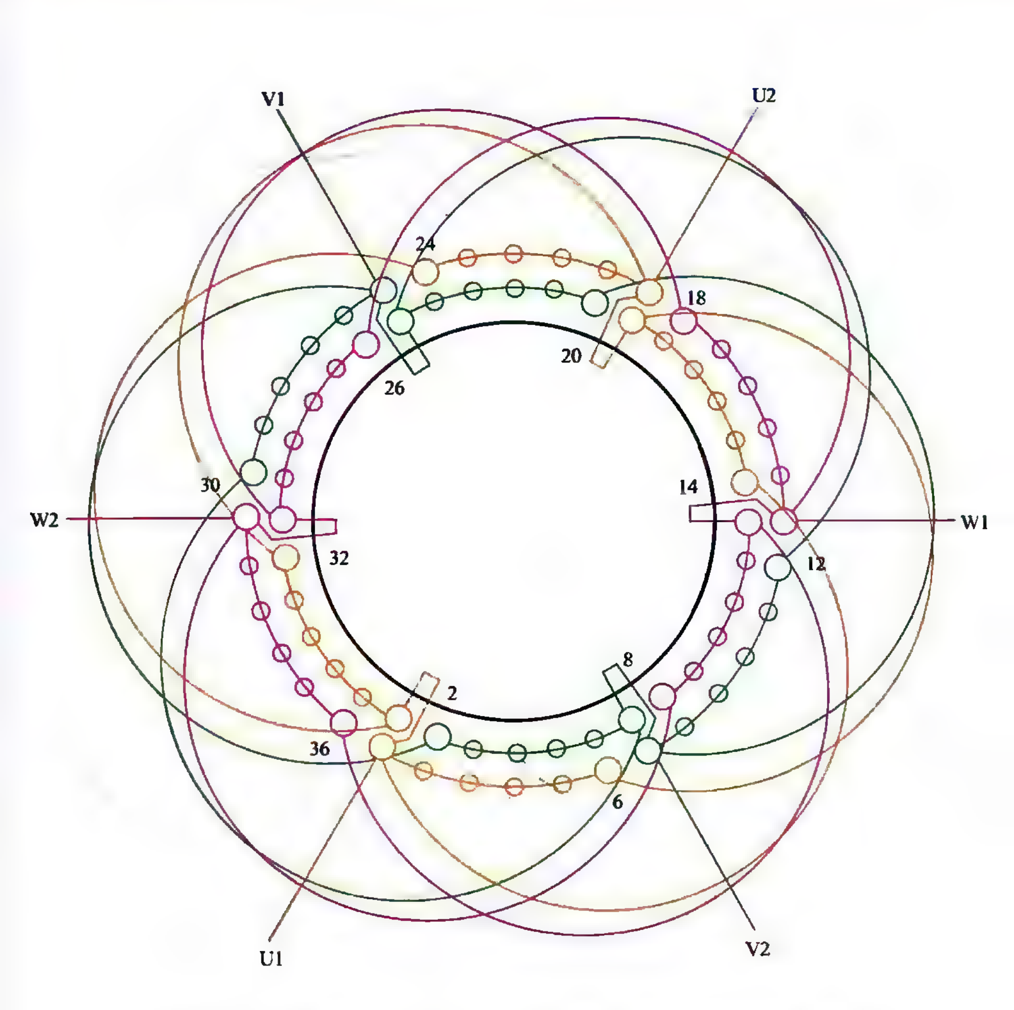


图 4-57　36 槽 2 极（$y=13$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.4.7 36 槽 2 极（$y=14$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	电机极数	$2p=2$
总线圈数	$Q=36$	线圈组数	$u=6$
每组圈数	$S=6$	极相槽数	$q=6$
绕组极距	$\tau=18$	线圈节距	$y=14$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=10°$
分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.94$
绕组系数	$K_{dp}=0.899$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

此绕组线圈节距较上例增长 1 槽，吊边数达到 14，给嵌线增加了一定的难度，但绕组系数则有所提高。绕组接线则是一路串联，同相两组线圈应反极性连接，即两组线圈“尾与尾”串接。此绕组在系列中未见实例，主要用于重绕修理中备用。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，嵌线吊边数为 14。嵌线次序见表 4-59。

表 4-59 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22		21	
	上层																36		35
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	20		19		18		17		16		15		14		13		12	
	上层		34		33		32		31		30		29		28		27		26
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	11		10		9		8		7		6		5		4		3	
	上层		25		24		23		22		21		20		19		18		17
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	2		1															
	上层		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-58 所示。

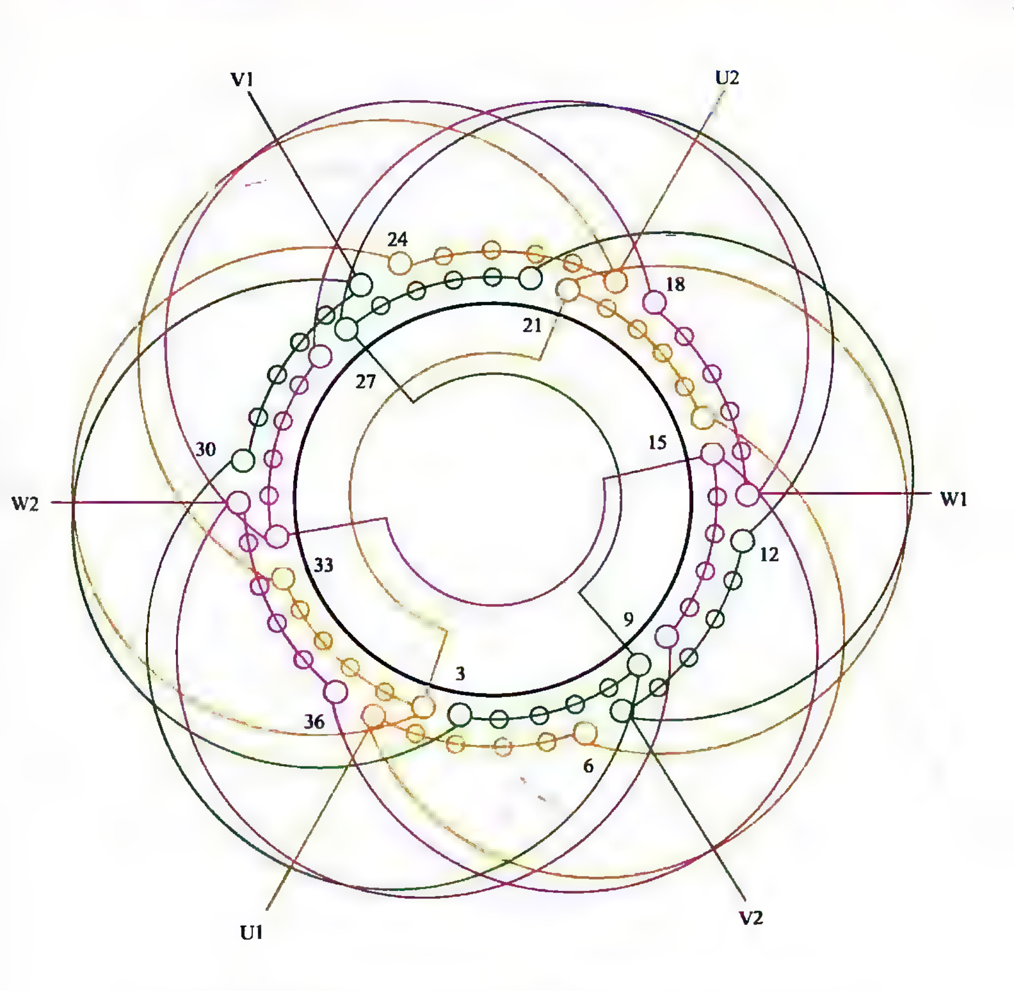


图 4-58　36 槽 2 极（$y=14$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.4.8 36槽2极（$y=14$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	电机极数	$2p=2$	总线圈数	$Q=36$
线圈组数	$u=6$	每组圈数	$S=6$	极相槽数	$q=6$
绕组极距	$\tau=18$	线圈节距	$y=14$	并联路数	$a=2$
每槽电角	$\alpha=10°$	分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.94$
绕组系数	$K_{dp}=0.899$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

绕组结构与上例基本相同，但接线采用二路并联，即进线后将两组同相线圈组逆向走线，其尾线也并联后抽出相尾端。此绕组实际应用也不多，仅见于JO2-82-2某些厂家的产品。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，嵌线需吊边数为14，嵌线顺序见表4-60。

表4-60 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	6	5	4	3	2	1	36	35	34	33	32	31	30	29	28		27	
	上层																6		5
嵌绕次序		19	20	21	22		……		44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	26		25			……			13		12		11		10		9	
	上层		4		3		……		28		27		26		25		24		23
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	8		7															
	上层		22		21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 4-59 所示。

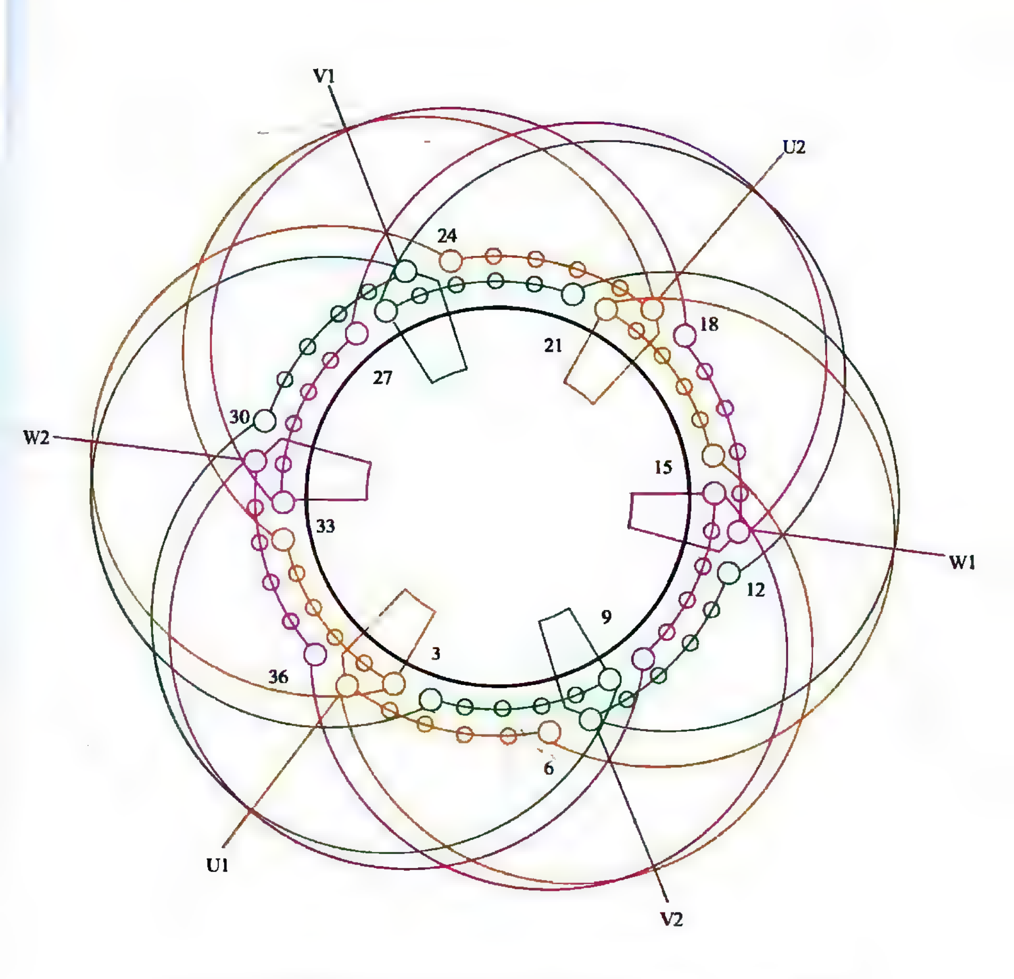


图 4-59　36 槽 2 极（$y=14$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.4.9 36 槽 2 极（y=15、a=2）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	电机极数	$2p=2$
总线圈数	$Q=36$	线圈组数	$u=6$
每组圈数	$S=6$	极相槽数	$q=6$
绕组极距	$\tau=18$	线圈节距	$y=15$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=10°$
分布系数	$K_d=0.956$	节距系数	$K_p=0.966$
绕组系数	$K_{dp}=0.923$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

绕组同上例一样采用二路并联，但线圈节距又增 1 槽，成为目前 36 槽 2 极系列电动机中选用的最大节距。因此，绕组系数较高，但吊边数也最大，从而增加了嵌线难度；不过由于 K_{dp} 值提高之后，线匝相应减少，电动机的效率会随之提高。此绕组实际应用不多，主要应用实例有新系列电动机 Y280S-2。

（3）绕组嵌线方法

采用交叠法嵌线，吊边数为 15。嵌线顺序见表 4-61。

表 4-61 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21		20
	上层																	36	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层		19		18		17		16		15		14		13		12		11
	上层	35		34		33		32		31		30		29		28		27	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		10		9		8		7		6		5		4		3		2
	上层	26		25		24		23		22		21		20		19		18	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		1																
	上层	17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-60 所示。

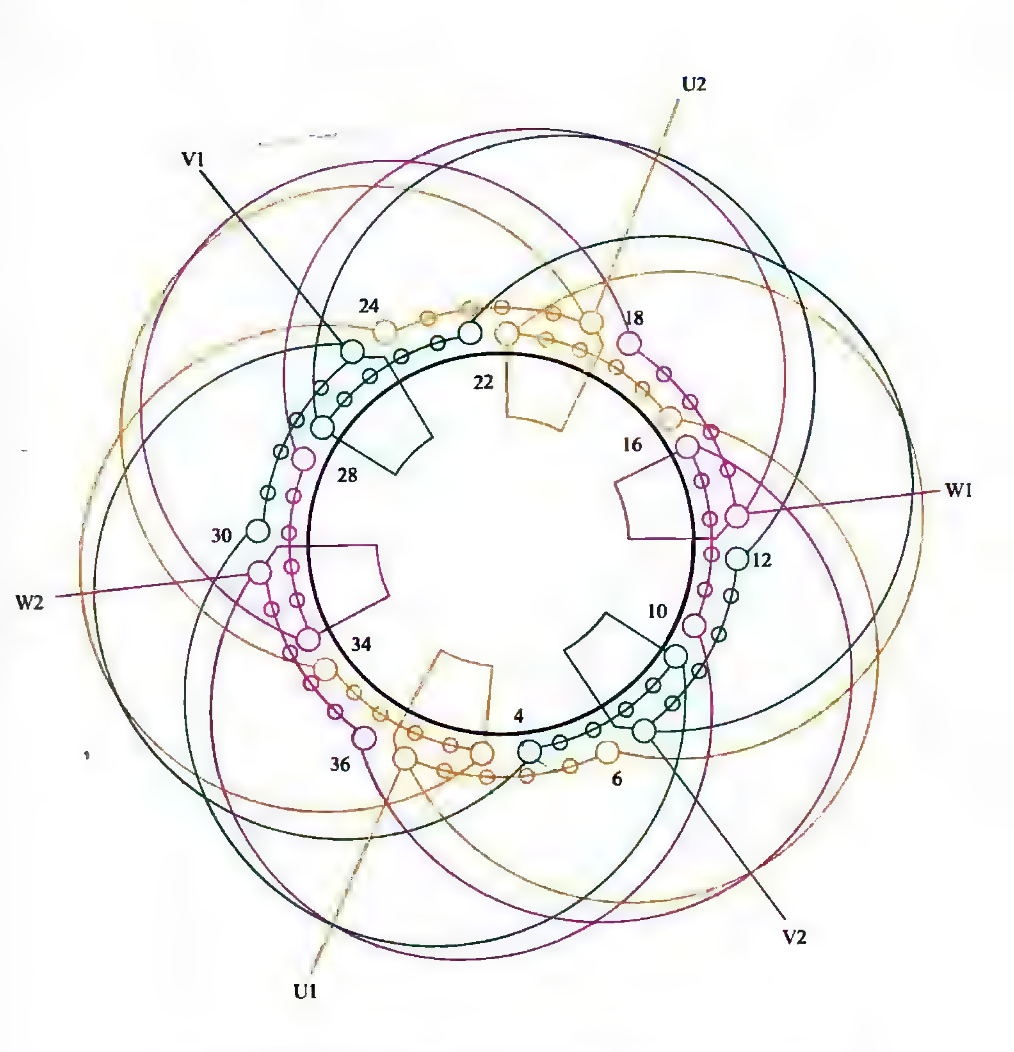


图 4-60　36 槽 2 极（$y=15$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.4.10　36槽2极（$y=15$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=3$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=6$　线圈节距　$y=15$

总线圈数　$Q=18$　绕组极距　$\tau=18$　绕组系数　$K_{dp}=0.956$

线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=10°$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是单层显极布线，每相由两组极性相反的线圈组构成，每组线圈由3只节距为15槽的交叠线圈组成，两组间接线是尾接尾；引出线6根。绕组总线圈数比双层少一半，但对削减五、七次谐波的功能较差，故目前应用较少，曾用于J61-2、JO3L-180M2等老系列产品。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可用两种方法，但主要采用交叠法，嵌线顺序见表4-62。

表4-62　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	2	1	33	32	31	27		26		25		21		20		19	
	浮边								6		5		4		36		35		34
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	15		14		13		9		8		7							
	浮边		30		29		28		24		23		22	18	17	16	12	11	10

(4) 绕组端面布接线

如图4-61所示。

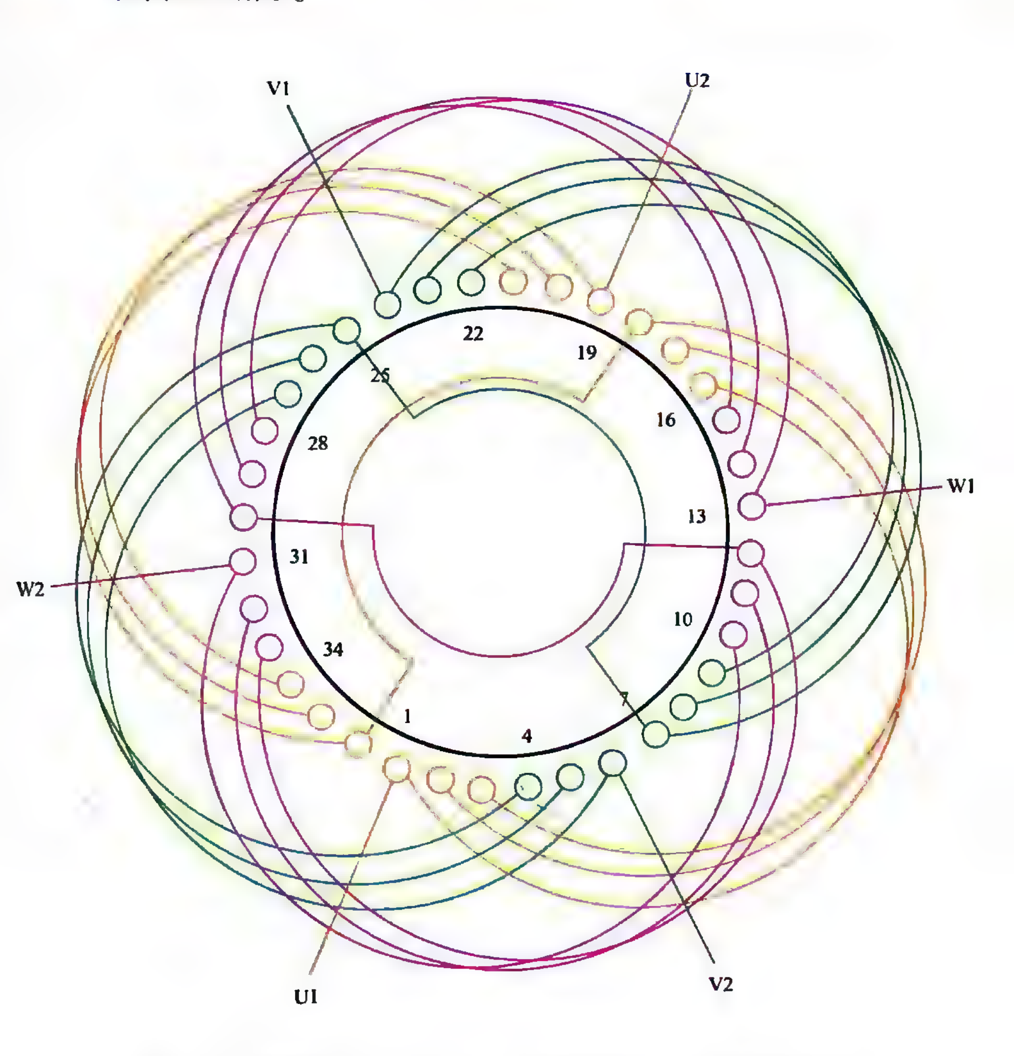


图4-61　36槽2极（$y=15$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式布线

4.4.11 36 槽 2 极（$S=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=6$ 线圈节距 $y=17$、15、13

总线圈数 $Q=18$ 绕组极距 $\tau=18$ 绕组系数 $K_{dp}=0.956$

线圈组数 $u=6$ 每槽电角 $\alpha=10°$ 出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是较常用的布线形式，采用显极布线，每相两组同心三圈组构成，组间连接为反向串联，使两组极性相反。采用本绕组的有 JO3L-180M1-2 老系列铝线绕组电动机、YX-132S1-2 高效率三相异步电动机及 AX7-400 直流弧焊机配用的三相异步电动机等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可用两种方法。

① 交叠法 由于线圈节距大，嵌线时要吊起 6 边，嵌线有一定困难。嵌线顺序见表 4-63（a）。

表 4-63（a） 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	2	1	33	32	31	27		26		25		21		20		19	
	浮边								4		5		6		34		35		36
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	15		14		13		9		8		7							
	浮边		28		29		30		22		23		24	18	17	16	12	11	10

② 整嵌法 为本例较宜选的方法，它是逐相分层次整圈嵌线。嵌线顺序见表 4-63（b）。

表 4-63（b） 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	3	16	2	17	1	18	21	34	20	35	19	36						
	中平面													15	28	14	29	13	30
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	中平面	33	10	32	11	31	12												
	上平面							27	4	26	5	25	6	9	22	8	23	7	24

(4) 绕组端面布接线

如图 4-62 所示。

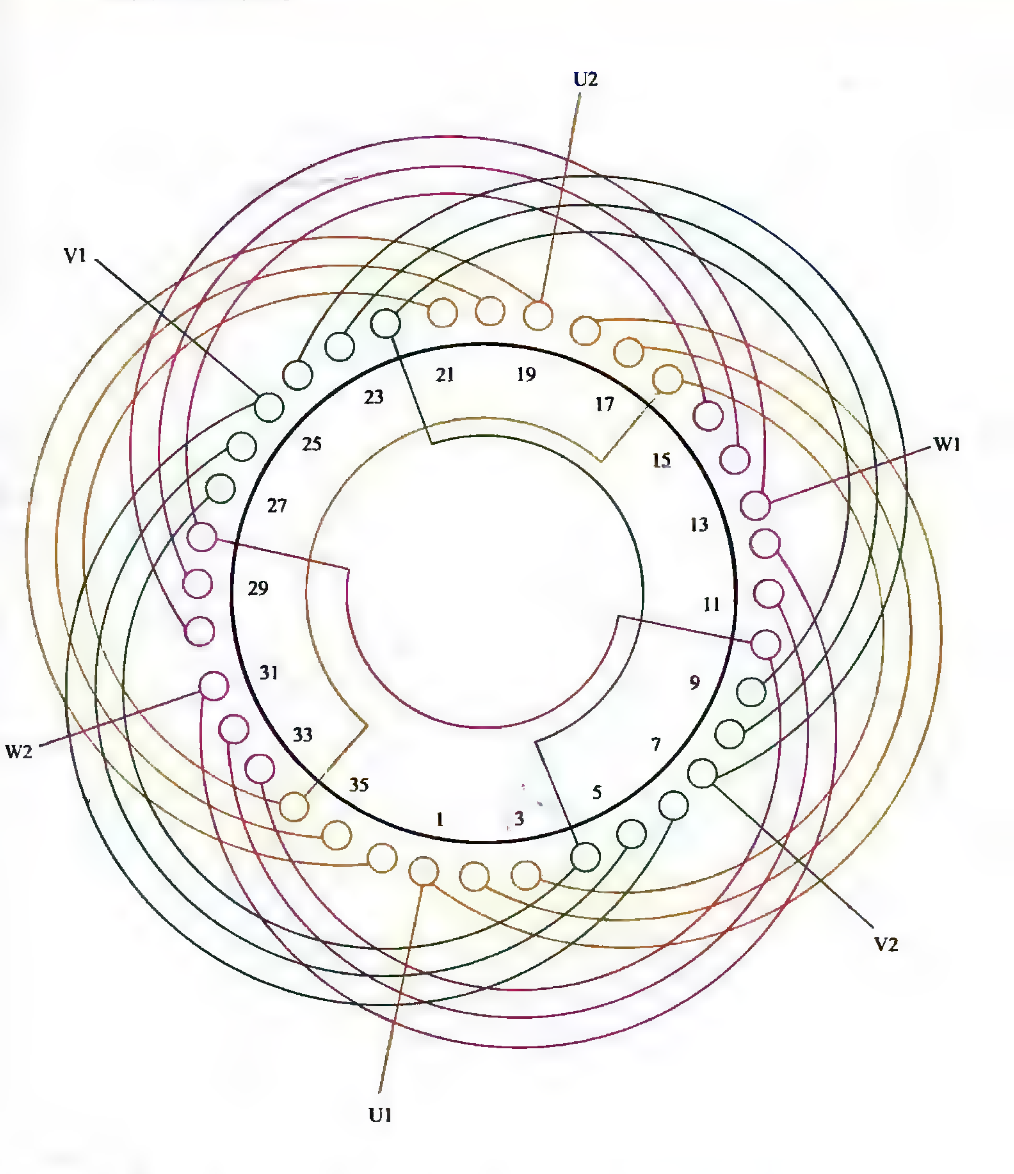


图 4-62　36 槽 2 极（$S=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式布线

4.4.12 36 槽 2 极（S=3、a=2）三相电动机绕组单层同心式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=6$ 线圈节距 $y=17$、15、13

总线圈数 $Q=18$ 绕组极距 $\tau=18$ 绕组系数 $K_{dp}=0.956$

线圈组数 $u=6$ 每槽电角 $\alpha=10°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本绕组结构基本同上例，但改用二路并联，使进线从一极分左右两侧进入，再将另一端的尾线并联后引出本相尾端，从而使两组线圈极性相反。此绕组实际应用少于上例，主要应用实例有老系列 JO3L-200M-2 及高效率电动机 YX-132S1-2 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组可用两种嵌法，整嵌无需吊边，常作简易操作者选用，但它的分层嵌线使端部结构形成三个线圈层面，不够美观，故专业修理一般沿用交叠法嵌线。交叠嵌线要在嵌线时吊起 6 边，操作上给嵌线增加了一定难度，但其绕组端部匀称，整形容易且形成的喇叭口美观，更利于散热。嵌线顺序见表 4-64。

表 4-64 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	2	1	33	32	31	27		26		25		21		20		19	
	浮边								4		5		6		34		35		36
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	15		14		13		9		8		7							
	浮边		28		29		30		22		23		24	18	17	16	12	11	10

(4) 绕组端面布接线

如图 4-63 所示。

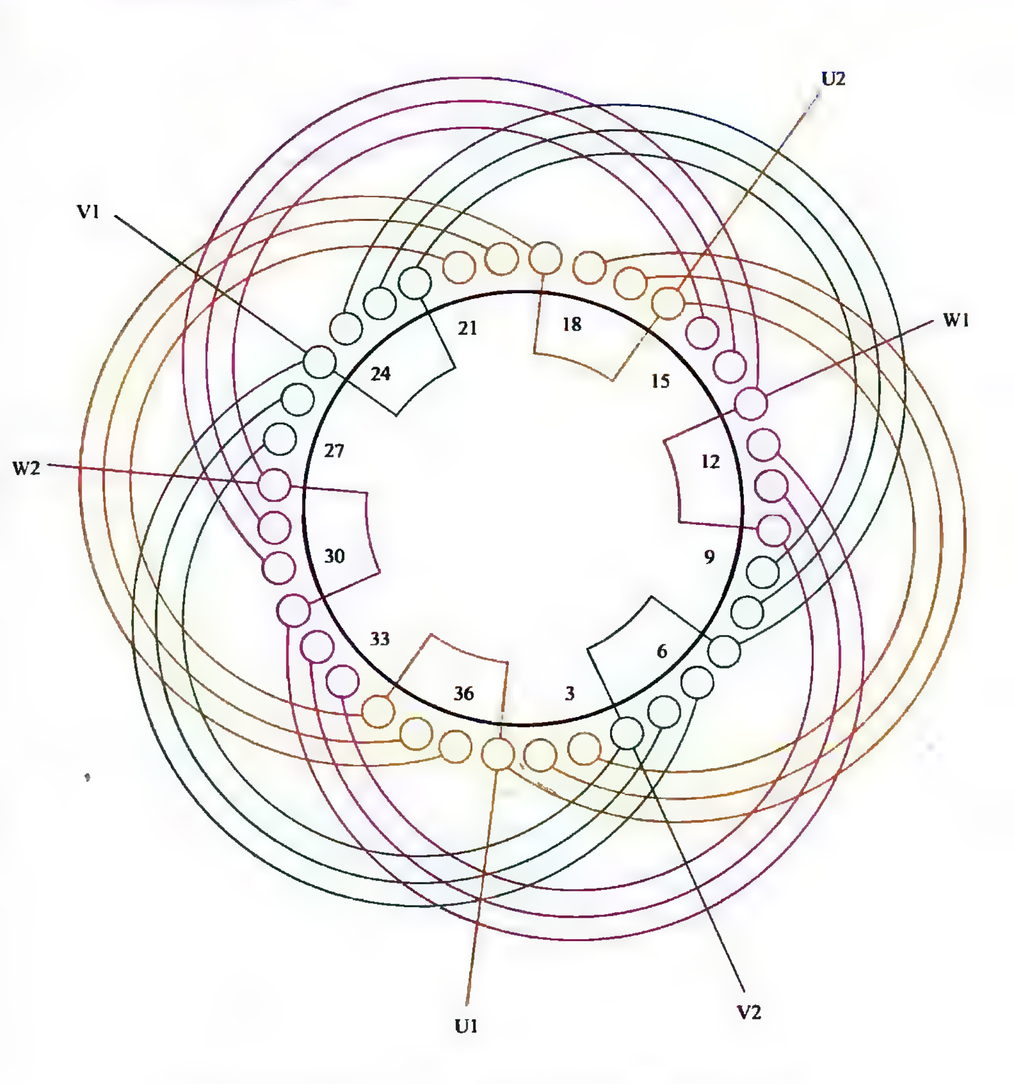


图 4-63　36 槽 2 极（$S=3$、$a=2$）三相电动机绕组单层同心式布线

4.4.13 30 槽 2 极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=30$	每组圈数	$S=5$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=5$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=30$	绕组极距	$\tau=15$	节距系数	$K_p=0.866$
线圈组数	$u=6$	线圈节距	$y=10$	绕组系数	$K_{dp}=0.83$
每槽电角	$\alpha=12°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例 30 槽定子在电机型谱中属后来出现的补充规格，主要应用于 2 极电机，但可绕制 4 极和 6 极，不过在系列中极少应用。2 极双层绕组每组由 5 只线圈顺向串联，每相两组线圈反极性串联而成。本例为连续相带分布中采用的最小节距，在一定程度上减少了嵌线的难度，但绕组系数较低。绕组在实际中应用极少，仅见于 JO2L-61-2 的实修改绕。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见表 4-65。

表 4-65 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
槽号	下层	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20		19		18		17		16	
	上层												30		29		28		27		26
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
槽号	下层	15		14		13		12		11		10		9		8		7		6	
	上层		25		24		23		22		21		20		19		18		17		16
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
槽号	下层	5		4		3		2		1											
	上层		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-64 所示。

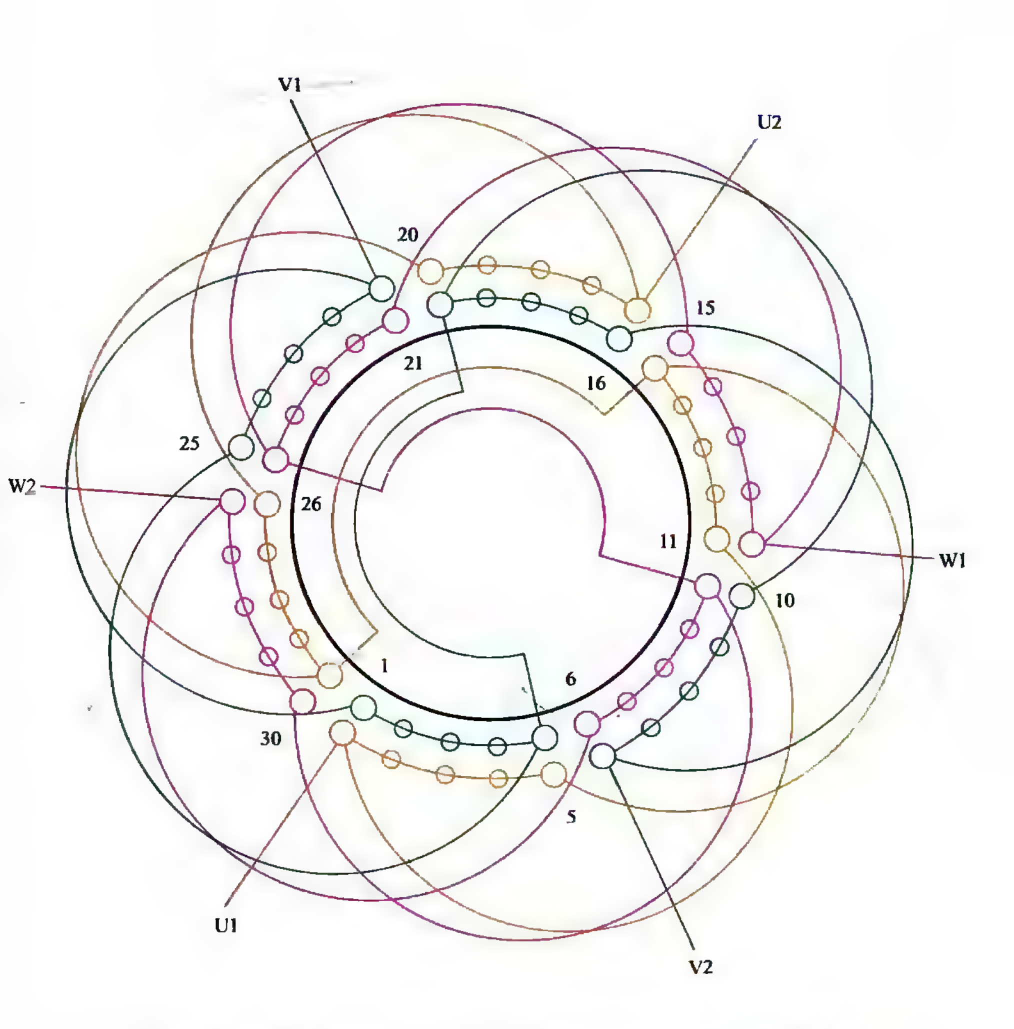


图 4-64　30 槽 2 极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.4.14 30槽2极（$y=10$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=30$	每组圈数	$S=5$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=5$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=30$	绕组极距	$\tau=15$	节距系数	$K_p=0.866$
线圈组数	$u=6$	线圈节距	$y=10$	绕组系数	$K_{dp}=0.83$
每槽电角	$\alpha=12°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组特点与上例相同，但接线改为二路并联，每相两组线圈为反极性连接，即两组头与尾并接后引出端线。主要应用实例有铝绕组电动机 JO2L-61-2、JO2-71-2 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见表 4-66。

表 4-66 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	5	4	3	2	1	30	29	28	27	26	25		24		23		22	
	上层												5		4		3		2
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	21		20		19		18		17		16		15		14		13	
	上层		1		30		29		28		27		26		25		24		23
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	12		11		10		9		8		7		6					
	上层		22		21		20		19		18		17		16	15	14	13	12
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层																		
	上层	11	10	9	8	7	6												

(4) 绕组端面布接线

如图 4-65 所示。

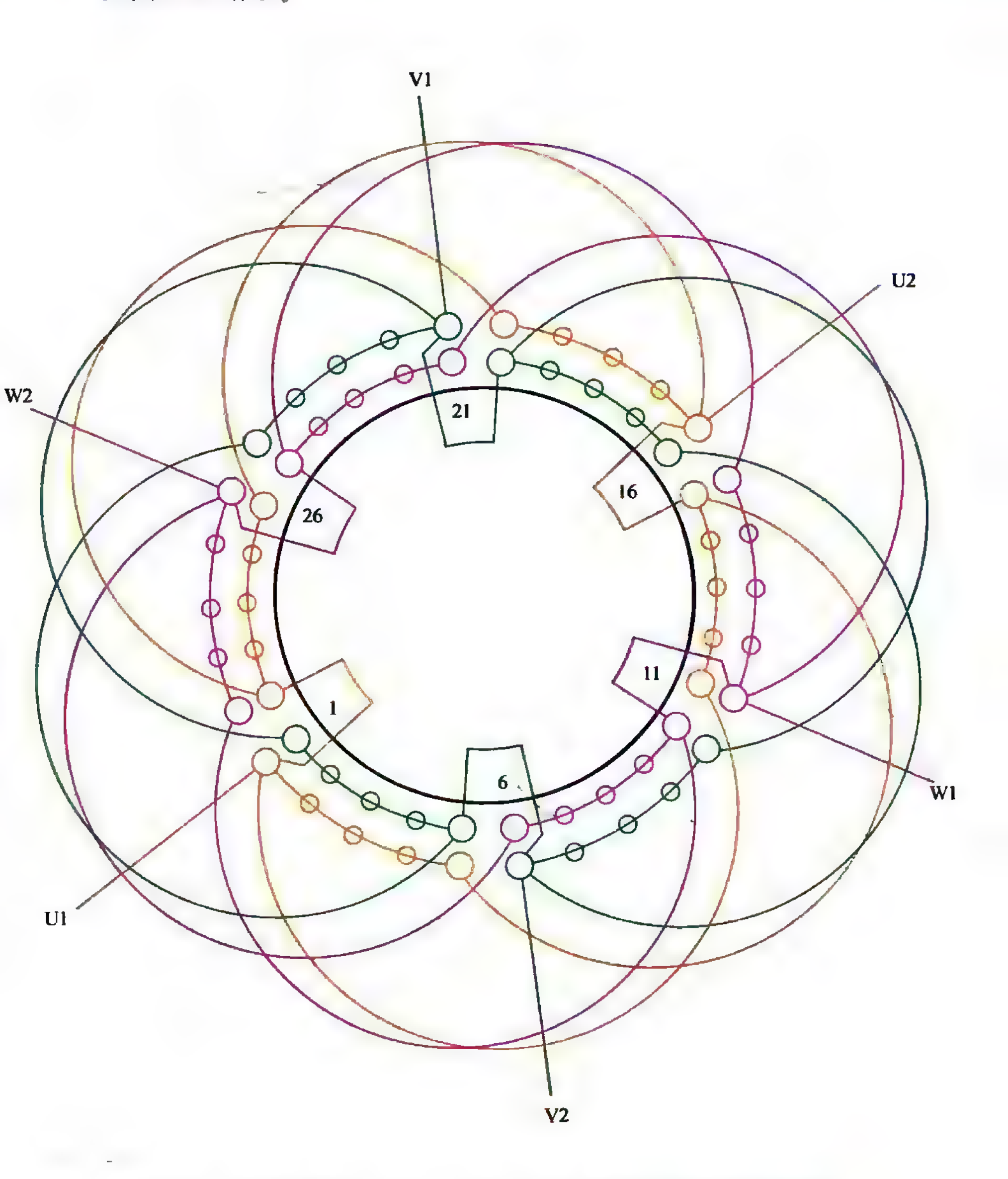


图 4-65　30 槽 2 极（$y=10$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.4.15 30槽2极（$y=11$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=30$	每组圈数	$S=5$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=5$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=30$	绕组极距	$\tau=15$	节距系数	$K_p=0.914$
线圈组数	$u=6$	线圈节距	$y=11$	绕组系数	$K_{dp}=0.875$
每槽电角	$\alpha=12°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组特点基本同例4.4.13，但节距增加1槽，每相有2个上下层同相槽，绕组系数略有提高，但嵌线却增加了困难。主要应用实例有三相异步电动机JO4-72-2等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为11。嵌线顺序见表4-67。

表4-67 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
槽号	下层	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19		18		17		16		15
	上层													30		29		28		27	
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
槽号	下层		14		13		12		11		10		9		8		7		6		5
	上层	26		25		24		23		22		21		20		19		18		17	
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
槽号	下层		4		3		2		1												
	上层	16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-66 所示。

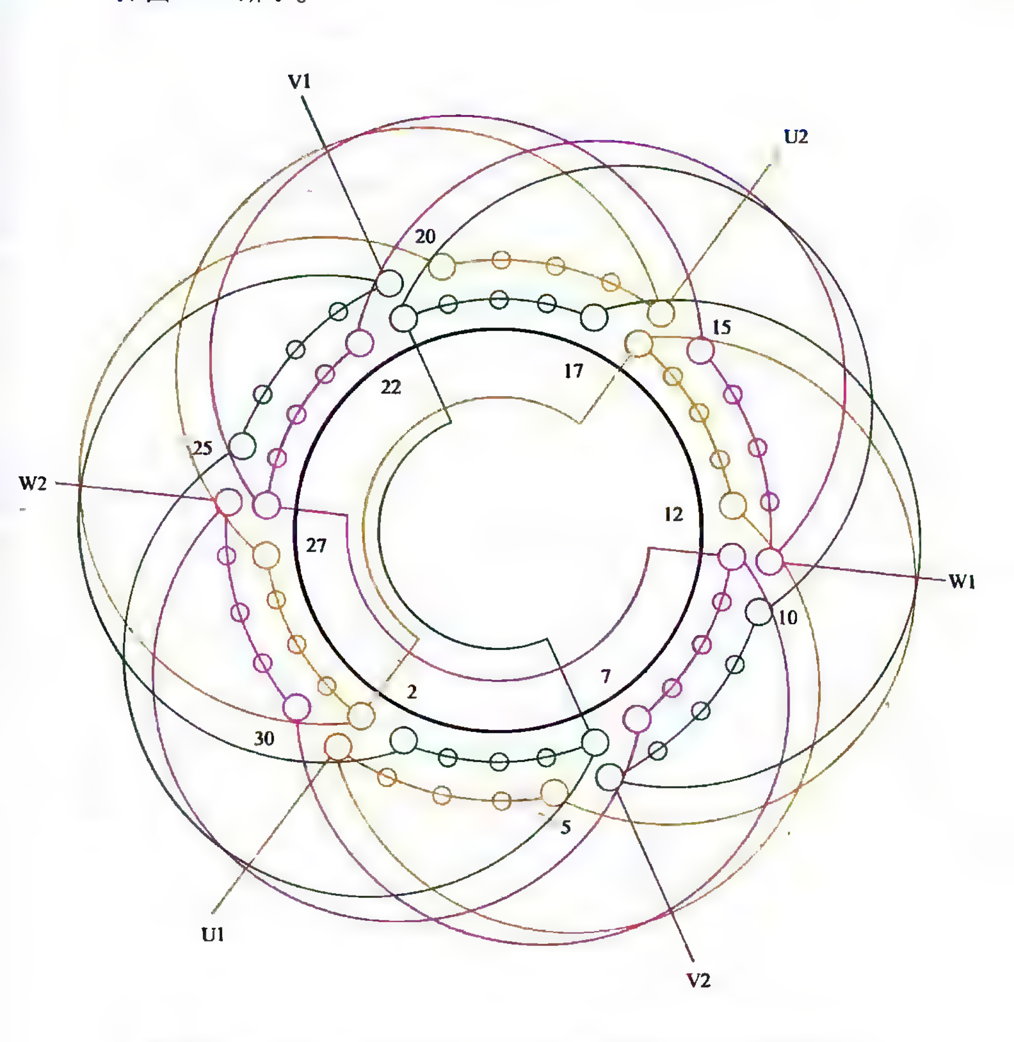


图 4-66　30 槽 2 极（$y=11$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.4.16 30槽2极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=30$	每组圈数	$S=5$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=5$	分布系数	$K_d=0.957$
总线圈数	$Q=30$	绕组极距	$\tau=15$	节距系数	$K_p=0.914$
线圈组数	$u=6$	线圈节距	$y=11$	绕组系数	$K_{dp}=0.875$
每槽电角	$\alpha=12°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组特点基本同上例，但采用二路并联。接线时要求同相两组线圈极性相反，故可将同相同槽上下层线圈的线头并接并抽出引线。主要应用实例有三相异步电动机 JO4-73-2 及防爆电动机 BJO2-61-2 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 11。嵌线顺序见表 4-68。

表 4-68 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
槽号	下层	5	4	3	2	1	30	29	28	27	26	25	24		23		22		21		20
	上层													5		4		3		2	
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	31	35	36	37	38	39	40
槽号	下层		19		18		17		16		15		14		13		12		11		10
	上层	1		30		29		28		27		26		25		24		23		22	
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
槽号	下层		9		8		7		6												
	上层	21		20		19		18		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

(4) 绕组端面布接线

如图 4-67 所示。

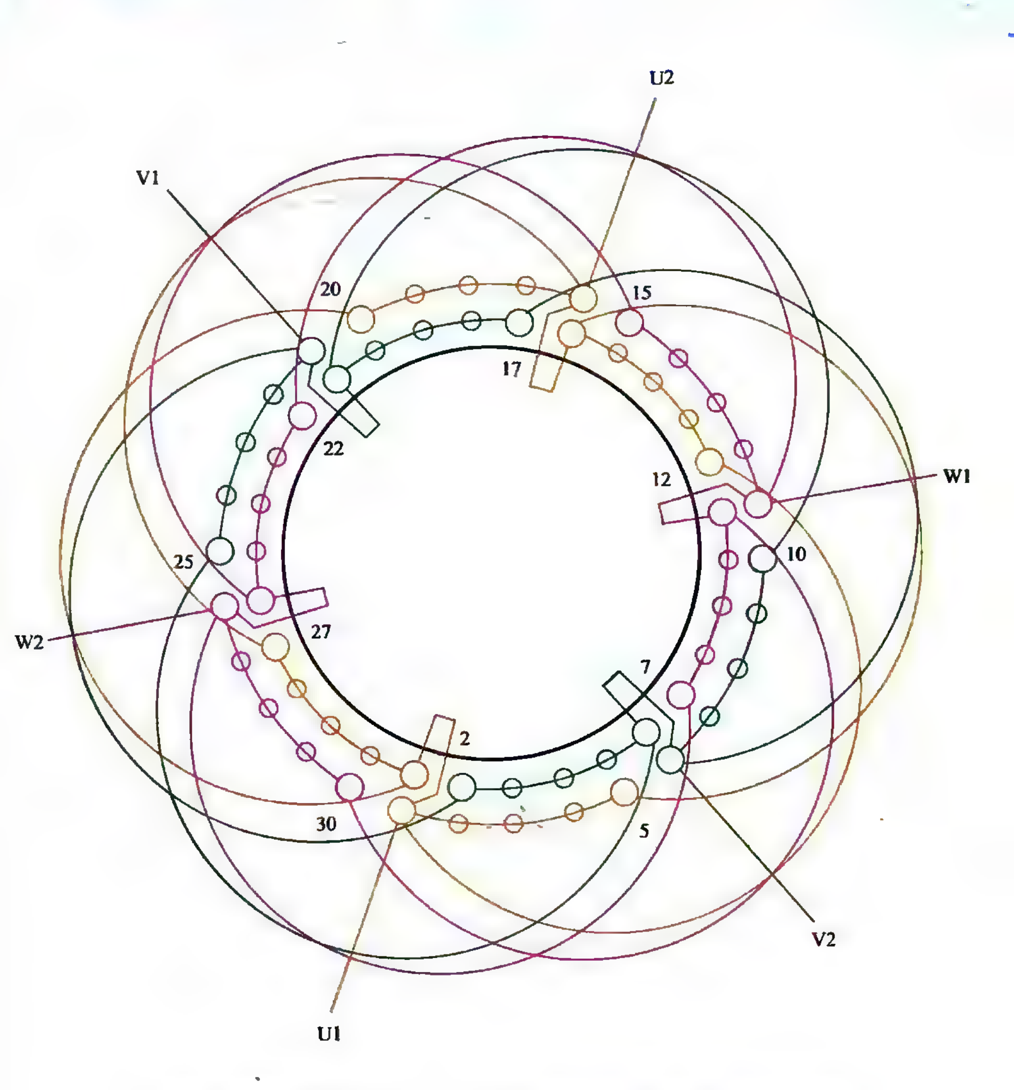


图 4-67　30 槽 2 极（$y=11$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.5 36（30）槽系列 4 极电动机绕组端面布接线图

本节是 36 槽（含 30 槽）4 极电动机绕组图例，而 30 槽仅 1 例，余 36 槽共计 14 例，其中单层布线与双层布线各占一半。而本节单层布线内容丰富，有单层叠式 1 例；单层同心式 2 例；单层交叉式 4 例。

4.5.1 36 槽 4 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=3$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=3$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=36$	绕组极距	$\tau=9$	节距系数	$K_p=0.94$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=7$	绕组系数	$K_{dp}=0.902$
每槽电角	$\alpha=20°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是 4 极电动机常用的典型绕组方案。绕组结构特点参考下例。主要应用实例有 JO2-62-4 异步电动机、AX-320（AT-320）、AX1-500（AB-500）、ZHJ-300 等直流弧焊机拖动用三相异步电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 4-69。

表 4-69　交叠法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号 下层	36	35	34	33	32	31	30	29		28		27		26		25		24
槽号 上层									36		35		34		33		32	
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号 下层		23		22		21		20		19		18		17		16		15
槽号 上层	31		30		29		28		27		26		25		24		23	
嵌绕次序	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号 下层		14		13		12		11		10		9		8		7		6
槽号 上层	22		21		20		19		18		17		16		15		14	
嵌绕次序	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号 下层		5		4		3		2		1								
槽号 上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图4-68所示。

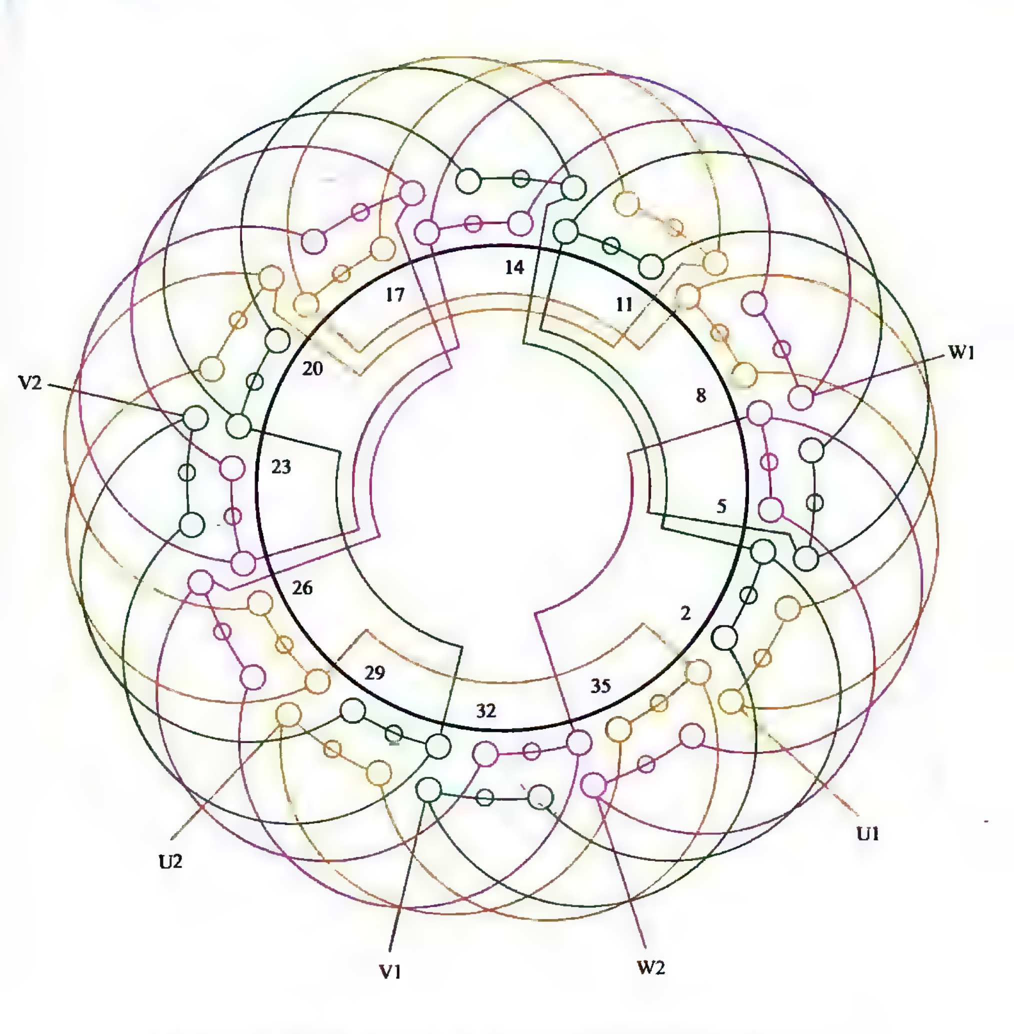


图4-68　36槽4极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.5.2 36槽4极（$y=7$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=3$	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=3$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=36$	绕组极距	$\tau=9$	节距系数	$K_p=0.94$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=7$	绕组系数	$K_{dp}=0.902$
每槽电角	$\alpha=20°$			出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是4极电动机最常用的绕组型式之一。每组有3只线圈，每相由4组线圈分两路并联而成，每一支路由两线圈组反极性短跳串联接线。主要应用实例有三相异步电动机J2-62-4、JO2-61-4及直流弧焊机AX1-500（AB-500）的拖动用交流电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为7。嵌线顺序见表4-70。

表4-70 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29		28		27		26		25		24
	上层									36		35		34		33		32	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		23		22		21			……			9		8		7		6
	上层	31		30		29		28		……		17		16		15		14	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-69 所示。

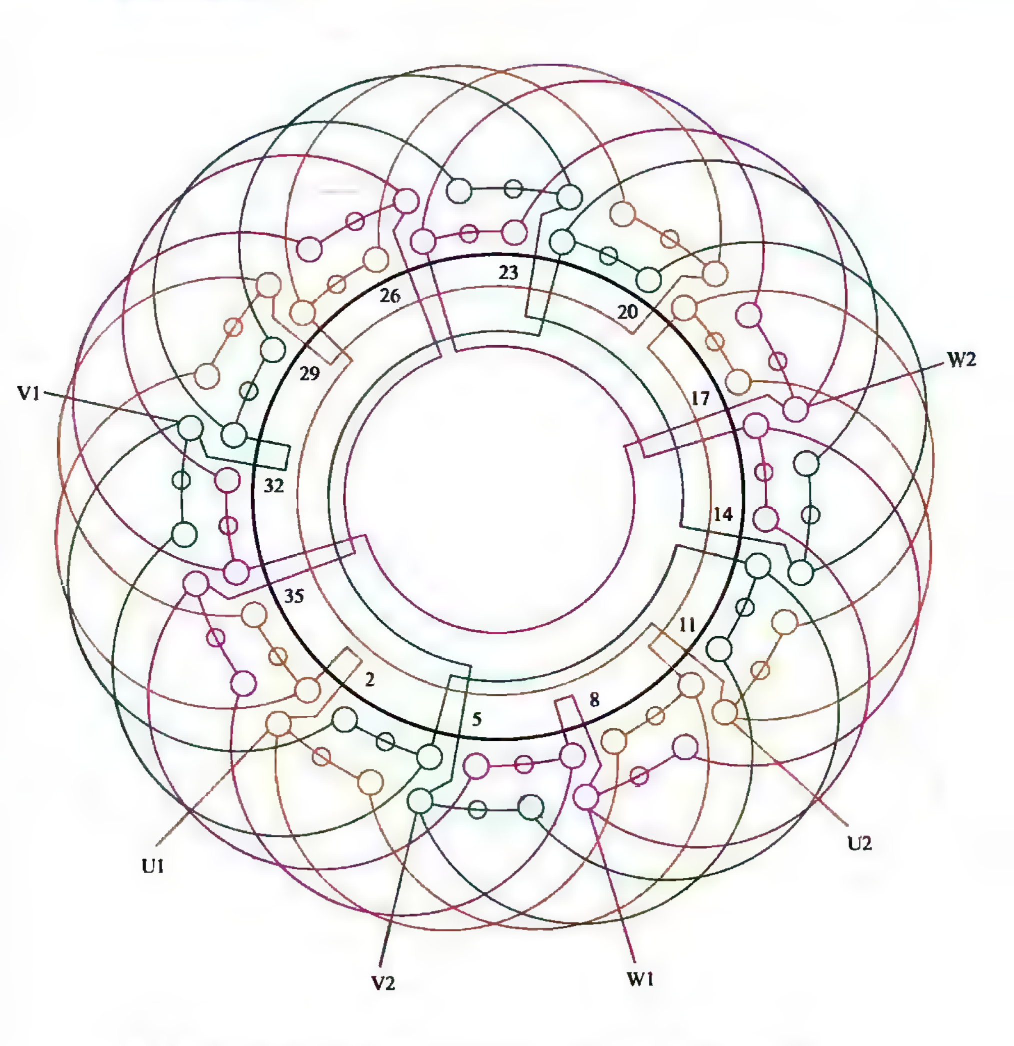


图 4-69　36 槽 4 极（$y=7$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.5.3 36槽4极（$y=7$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=4$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=0.94$

线圈组数 $u=12$　线圈节距 $y=7$　绕组系数 $K_{dp}=0.902$

每槽电角 $\alpha=20°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例布线同上例，但采用四路并联。接线时可把每相绕组同相槽中的上下层线圈边引线分别并联，然后隔组（对面）将两组再分别并联；最后引出一相绕组头、尾出线。主要应用实例有同步发电机 T2-200L-4 及三相异步电动机 JO-73-4 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 4-71。

表 4-71　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	36	35	34	33	32		31		30		29		28		27
	上层									3		2		1		36		35	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25		……		47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		26		25		24			……			12		11		10		9
	上层	34		33		32		31		……		20		19		18		17	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		8		7		6		5		4								
	上层	16		15		14		13		12		11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-70 所示。

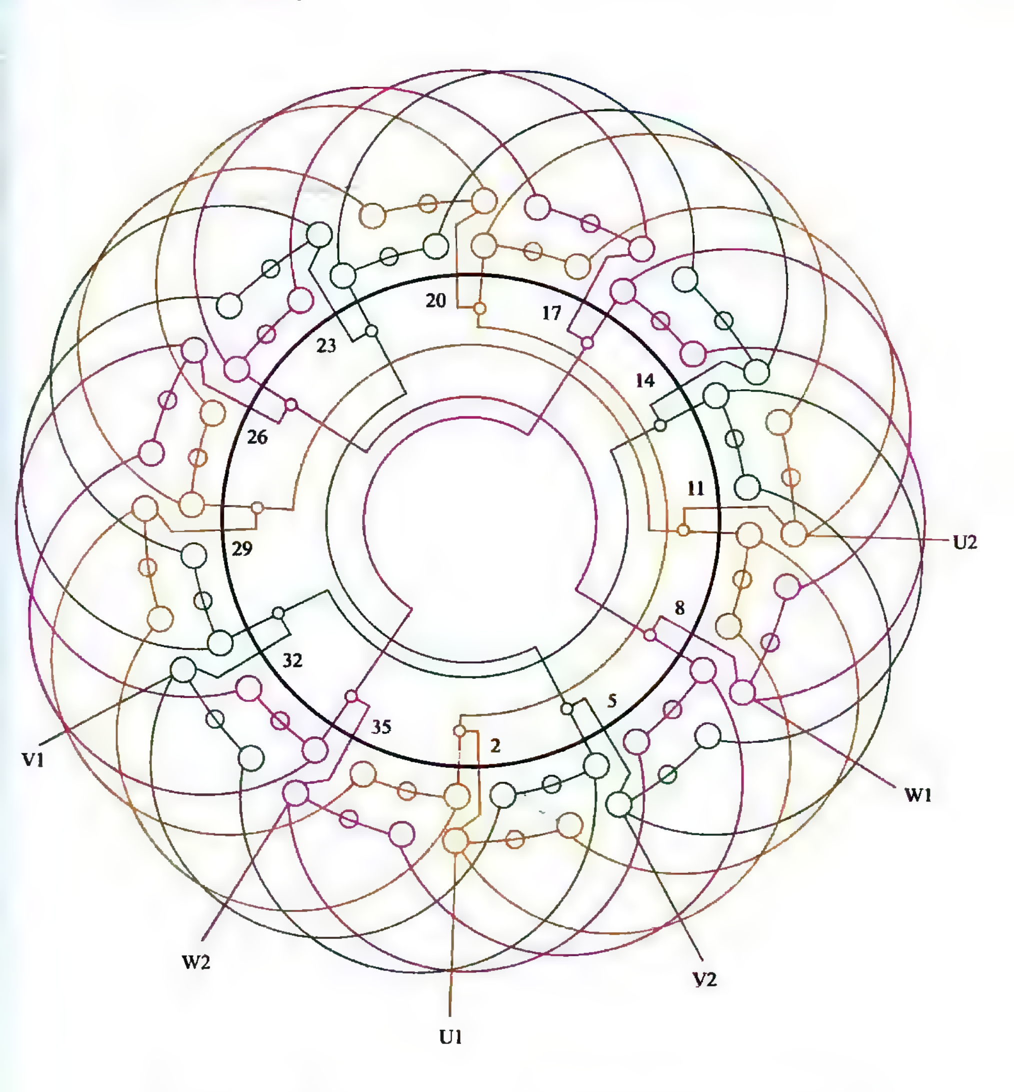


图 4-70　36 槽 4 极（$y=7$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.5.4 36 槽 4 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=12$　线圈节距 $y=8$　绕组系数 $K_{dp}=0.946$

每槽电角 $\alpha=20°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由三联组构成，采用一路串联线，每相 4 个线圈组按一正一反串联接线。主要应用实例有老系列三相异步电动机 J2-71-4 及绕线式电动机 YR-180M-4 的转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 8。嵌线顺序见表 4-72。

表 4-72　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28		27		26		25		24	
	上层										36		35		34		33		32
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	23		22		21		20		19		18		17		16		15	
	上层		31		30		29		28		27		26		25		24		23
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	14		13		12		11		10		9		8		7		6	
	上层		22		21		20		19		18		17		16		15		14
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-71 所示。

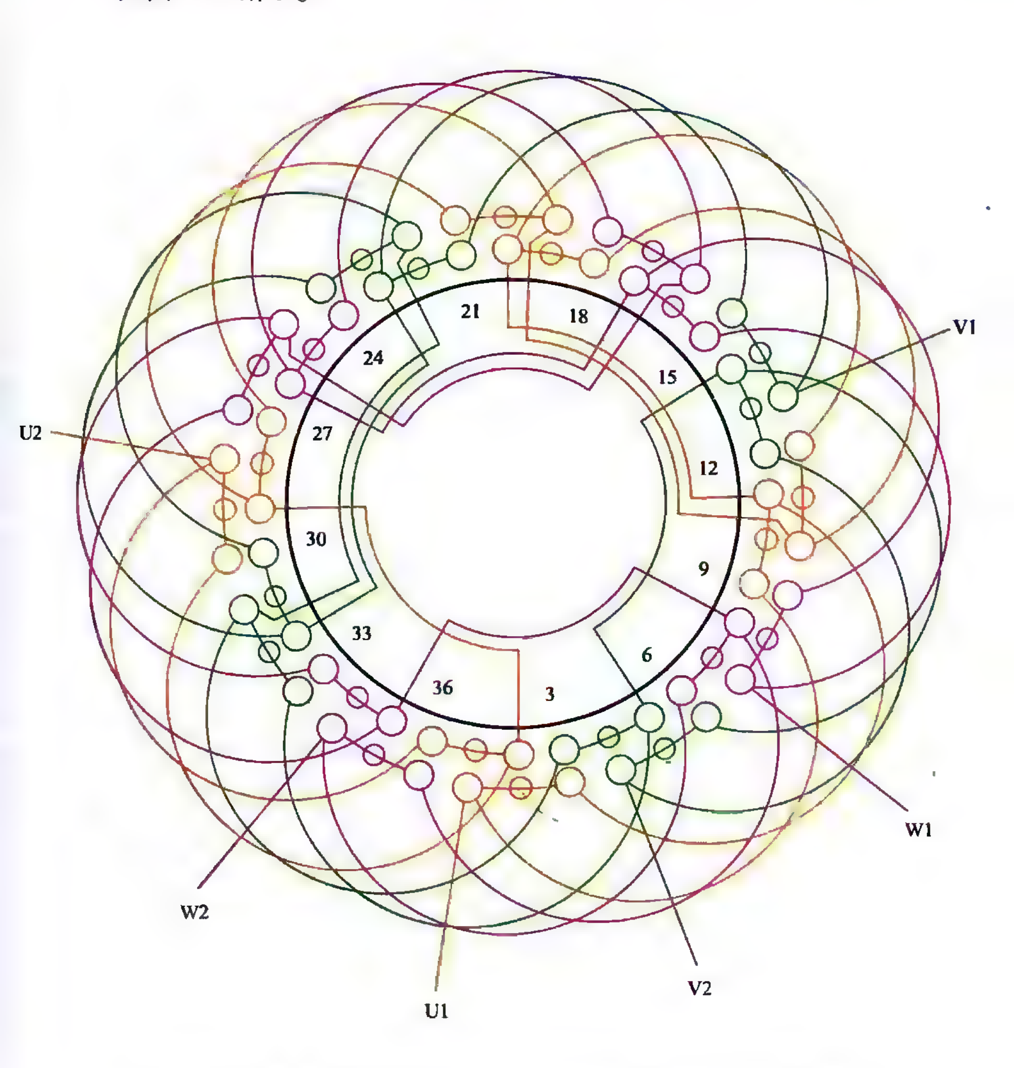


图 4-71　36 槽 4 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.5.5 36槽4极（y=8、a=2）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=3$ 分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=9$ 节距系数 $K_p=0.985$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $y=8$ 绕组系数 $K_{dp}=0.946$

每槽电角 $\alpha=20°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组每联由3只等距线圈顺串而成，每相4个联组，采用二路并联接线，每一支路的两组线圈反向串联，并且在进线后分左、右两路长跳连接。主要应用实例有三相异步电动机JO2-72-4、绕组式异步电动机YR-132M2-4等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为8。嵌线顺序见表4-73。

表4-73 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31	30	29	28		27		26		25		24	
	上层										36		35		34		33		32
嵌绕次序		19	20	21	22	23		……		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	23		22		21		……		10		9		8		7		6	
	上层		31		30			……			18		17		16		15		14
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	5		4		3		2		1									
	上层		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-72 所示。

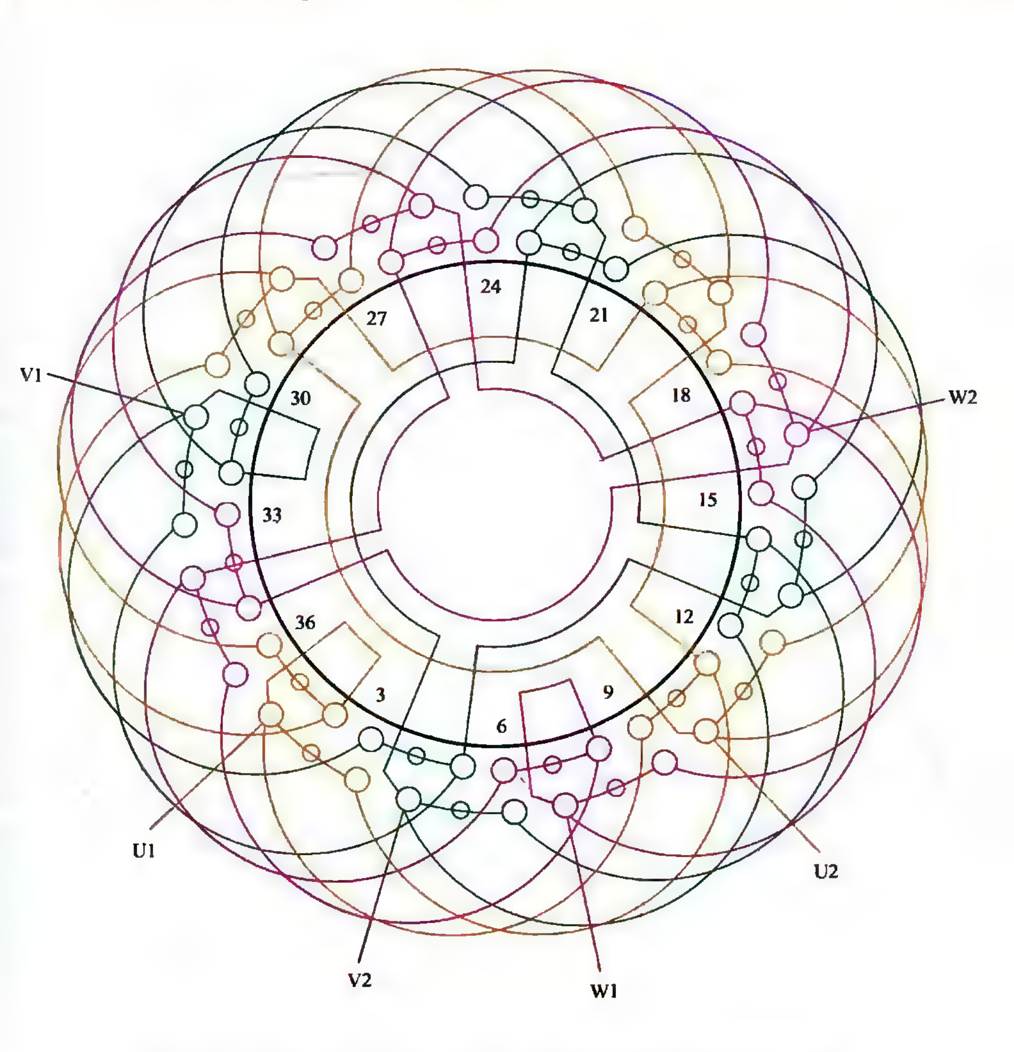


图 4-72　36 槽 4 极（$y=8$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.5.6 36 槽 4 极（$y=8$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=3$	并联路数	$a=4$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=3$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=36$	绕组极距	$\tau=9$	节距系数	$K_p=0.985$
线圈组数	$u=12$	线圈节距	$y=8$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$
每槽电角	$\alpha=20°$			出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组每相有 4 线圈组，设第 1 组进线端为头，将每相 1、3 组的头端和 2、4 组的尾端并接后引出相头；再将该相其余 4 个线头并接引出相尾。其余两相接线类推。本例绕组应用实例有三相异步电动机 J2-72-4 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 8。嵌线顺序见表 4-74。

表 4-74 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	36	35	34	33	32	31		30		29		28		27	
	上层										3		2		1		36		35
嵌绕次序		19	20	21	22	23		……		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	26		25		24		……		13		12		11		10		9	
	上层		34		33			……			21		20		19		18		17
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-73 所示。

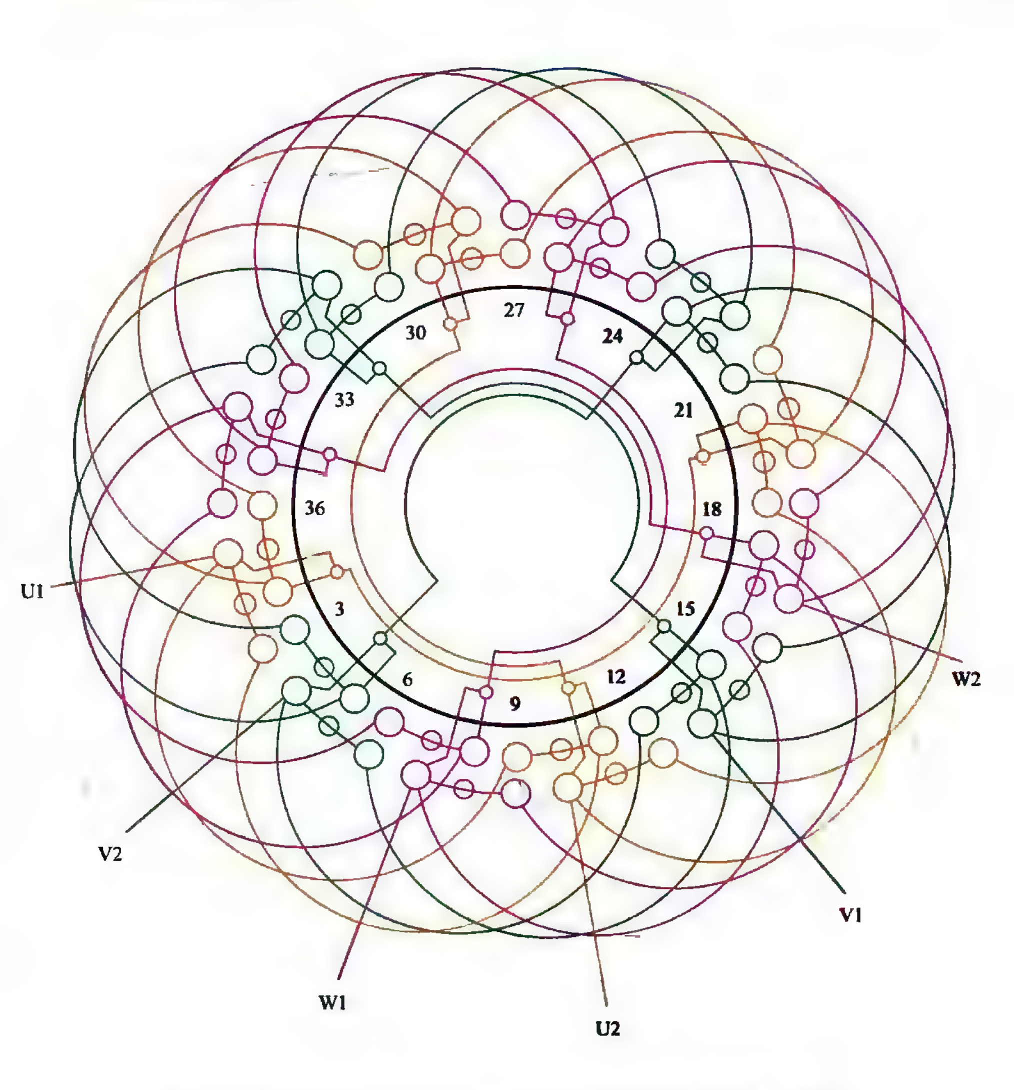


图 4-73　36 槽 4 极（$y=8$、$a=4$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.5.7 36槽4极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　分布系数 $K_d=0.96$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=9$　节距系数 $K_p=1$

线圈组数 $u=12$　线圈节距 $y=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

每槽电角 $\alpha=20°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用全节距，绕组系数高，但3次谐波分量大，而且线圈节距增加后吊边数多，给嵌线增加了难度。一般电动机极少采用，仅见于双绕组双速电动机配套的4极绕组。主要应用实例有JWF-6/4型双绕组双速电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为9。嵌线顺序见表4-75。

表4-75 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	36	35	34	33	32	31	30		29		28		27		26
	上层											3		2		1		36	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层		25		24		23		22		21		20		19		18		17
	上层	35		34		33		32		31		30		29		28		27	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		16		15		14		13		12		11		10		9		8
	上层	26		25		24		23		22		21		20		19		18	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		7		6		5		4										
	上层	17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-74 所示。

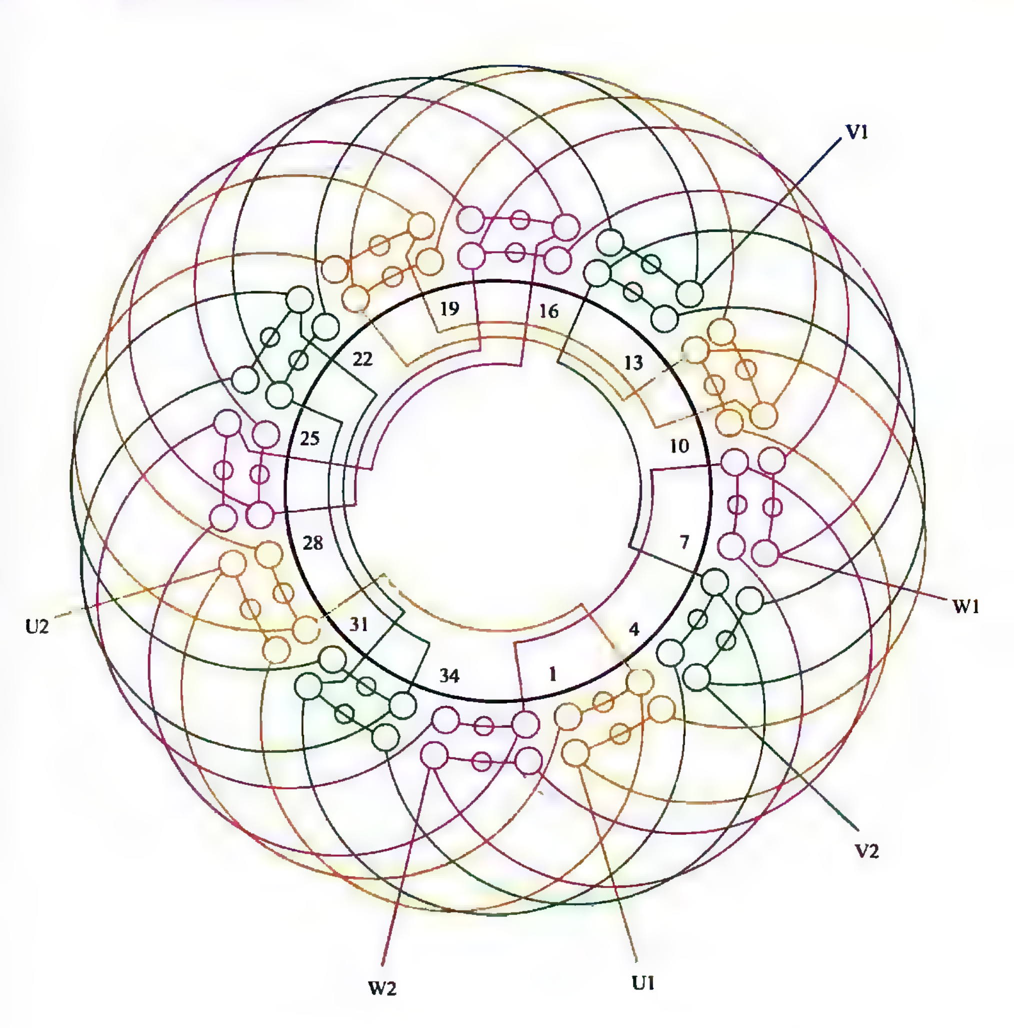


图 4-74　36 槽 4 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

4.5.8　36 槽 4 极（y=9、a=1）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=3$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=3$　线圈节距　$y=9$

总线圈数　$Q=18$　绕组极距　$\tau=9$　绕组系数　$K_{dp}=0.96$

线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=20°$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用庶极布线，每相由两组线圈顺串成 4 极；线圈组数较少，嵌线工艺较简单。国外应用于微电机，国内应用较少，仅见于部分厂家生产的老系列分马力微型电动机产品。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可用两种方法。

① 交叠法　嵌线时将沉边逐槽嵌入，吊边数 3，从第 4 只线圈起整嵌。嵌线顺序见表 4-76 (a)。

表 4-76 (a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	2	1	33		32		31		27		26		25		21		20
	浮边					6		5		4		36		35		34		30	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		19		15		14		13		9		8		7				
	浮边	29		28		24		23		22		18		17		16	12	11	10

② 整嵌法　嵌线时将 1 组线圈逐个嵌入相应的槽，嵌完第 1 组后，隔开相邻组再嵌第 3 组；完成后构成双平面绕组。嵌线顺序见表 4-76 (b)。

表 4-76 (b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下平面	3	12	2	11	1	10	27	36	26	35	25	34
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下平面	15	24	14	23	13	22						
	上平面							9	18	8	17	7	16
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	上平面	33	6	32	5	31	4	21	30	20	29	19	28

(4) 绕组端面布接线

如图 4-75 所示。

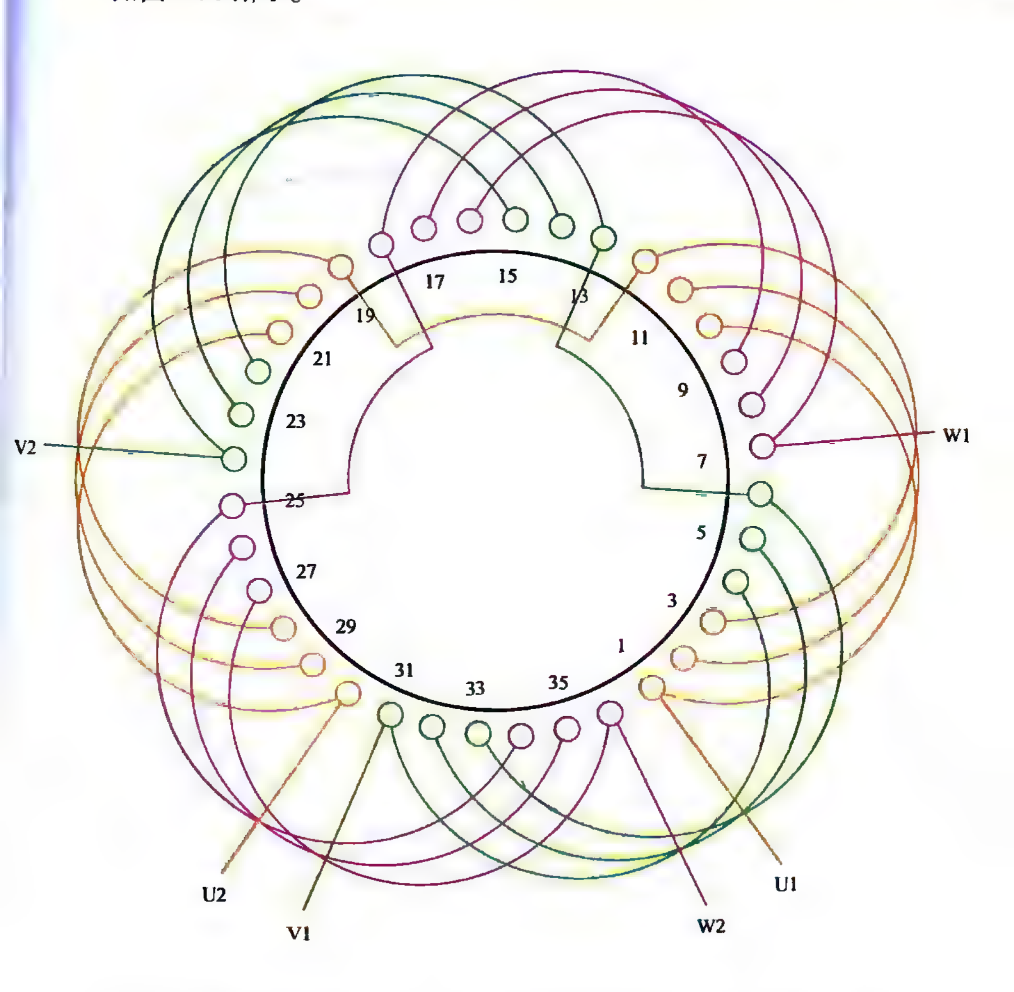


图 4-75　36 槽 4 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

4.5.9 36 槽 4 极（$S=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=3$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=3$ 线圈节距 $y=11、9、7$

总线圈数 $Q=18$ 绕组极距 $\tau=18$ 绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=6$ 每槽电角 $\alpha=20°$ 出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用庶极布线，每相由两组同心三圈组构成，组间连接是顺向串联。具有线圈组较少、布接线方便等特点。此绕组在国内极少应用，主要见于国外产品，如原（苏）AK-51-4 型绕线式三相异步电动机定子绕组、AOЛ2-32-6/4 极双绕组双速电动机中的 4 极绕组都采用本例。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可用两种方法。

① 交叠法 交叠嵌线时嵌 3 槽、空 3 槽，再嵌 3 槽，吊边数为 3。嵌线顺序见表 4-77（a）。

表 4-77（a） 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	2	1	33		32		31		27		26		25		21		20
	浮边					4		5		6		34		35		36		28	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		19		15		14		13		9		8		7				
	浮边	29		30		22		23		24		16		17		18	10	11	12

② 整嵌法 采用隔组嵌入，使 6 组线圈分置于两平面上。嵌线顺序见表 4-77（b）。

表 4-77（b） 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	3	10	2	11	1	12	27	34	26	35	25	36	15	22	14	23	13	24
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	上平面	9	16	8	17	7	18	33	4	32	5	31	6	21	28	20	29	19	30

(4) 绕组端面布接线

如图 4-76 所示。

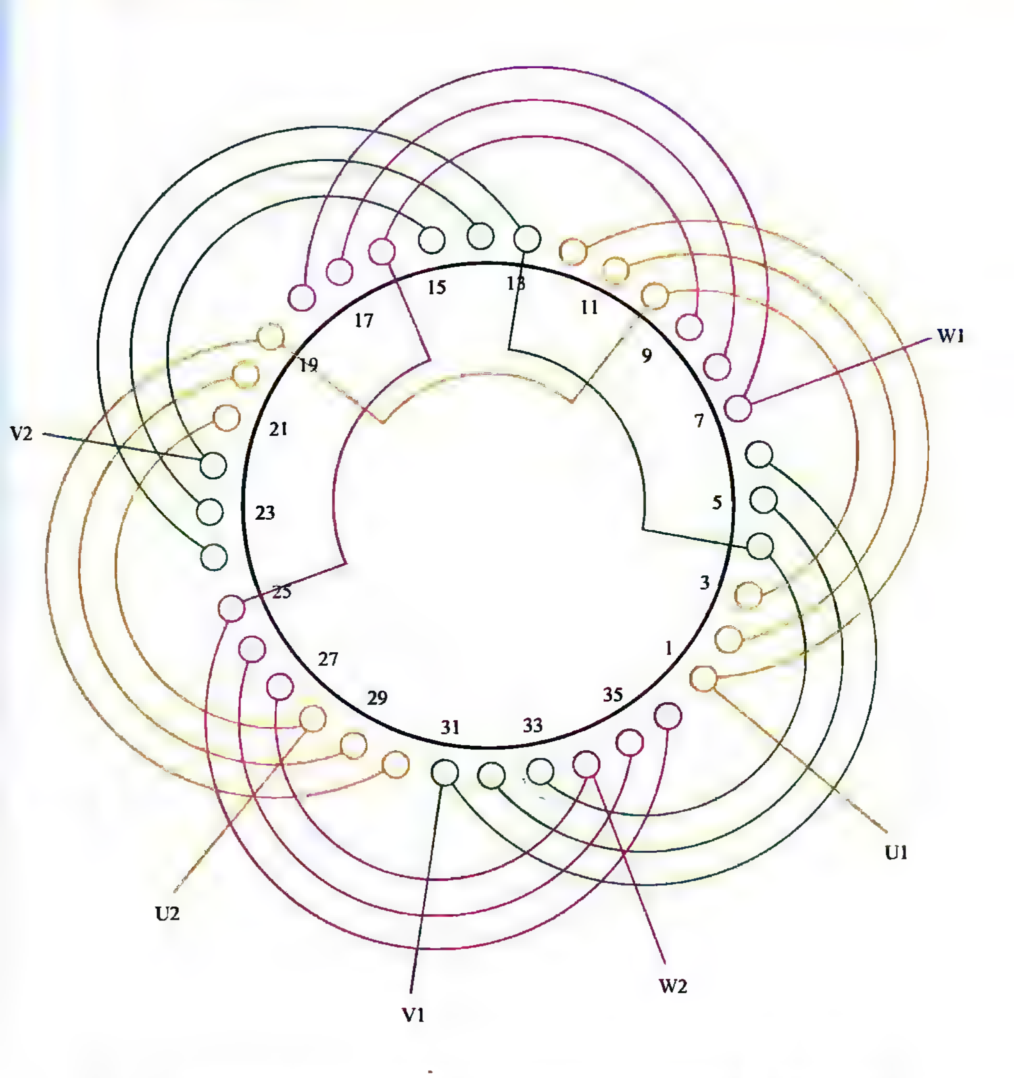


图 4-76 36 槽 4 极（$S=3$、$a=2$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.5.10 36槽4极（$S=3$、$a=2$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=3$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=3$　线圈节距 $y=11、9、7$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=20°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是庶极绕组，布线与上例相同，但采用二路并联接线，即每相由两个同心三联线圈组构成，故每一支路只有一组线圈，而且使两组线圈同向并接，即使两组线圈极性相同，从而构成庶极布线的4极绕组。此绕组是从单层叠式演变而来，其实只是将原来线圈的交叠端部改变成不等距线圈的同心形端部，从电磁性能上并无实质性的变化。此绕组无见用于国产系列，本例取自国外进口设备配用电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例是单层庶极布线，最宜采用分层整嵌，构成双平面绕组。嵌线顺序见表4-78。

表4-78　整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
下平面槽号	3	10	2	11	1	12	15	22	14	23	13	24	27	34	26	35	25	36
嵌绕次序	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
上平面槽号	9	16	8	17	7	18	21	28	20	29	19	30	33	4	32	5	31	6

(4) 绕组端面布接线

如图 4-77 所示。

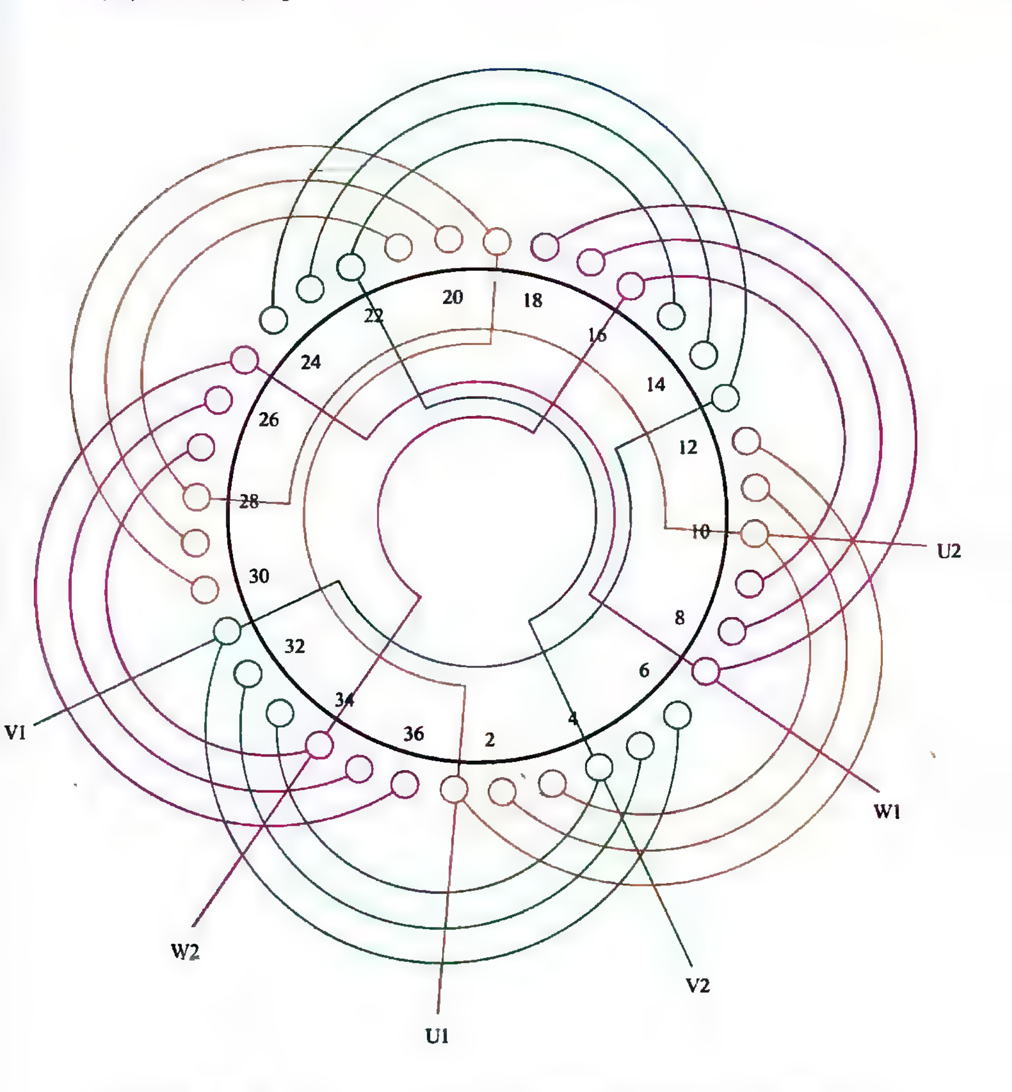


图 4-77　36 槽 4 极（$S=3$、$a=2$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.5.11　36 槽 4 极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=2$、1　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=3$　线圈节距　$y=8$、7

总线圈数　$Q=18$　绕组极距　$\tau=9$　绕组系数　$K_{dp}=0.96$

线圈组数　$u=12$　每槽电角　$\alpha=20°$　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例为不等距显极式布线，属单层交叉式的常规布线。每相由 2 个大联组和 2 个单联组构成，大联节距 $y_D=1—9$ 双圈，小联节距是 $y_X=1—8$ 单圈，大、小联线圈组交替轮换对称分布。组间极性相反，接线是反向串联。本例是小型电动机最常用的绕组型式，新系列 Y100L2-4、老系列 JO2-51-4、JO3T-100L-4、JO3L-140S-4、JO4-61-4 等一般用途三相异步电动机采用此绕组；专用电机中的 BJO2-31-4 隔爆型电动机及 YX100L2-4 等高效率电动机都采用此绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组一般都用交叠法嵌线，吊边数为 3。习惯上常从双圈嵌起，嵌入 2 槽沉边，退空出 1 槽（浮边），嵌入 1 槽沉边，再退空 2 槽浮边，以后可循此规律进行整嵌。嵌线顺序见表 4-79。

表 4-79　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	35	32		31		29		26		25		23		20		19
	浮边					4		3		36		34		33		30		28	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		17		14		13		11		8		7		5				
	浮边	27		24		22		21		18		16		15		12	10	9	6

(4) 绕组端面布接线

如图 4-78 所示。

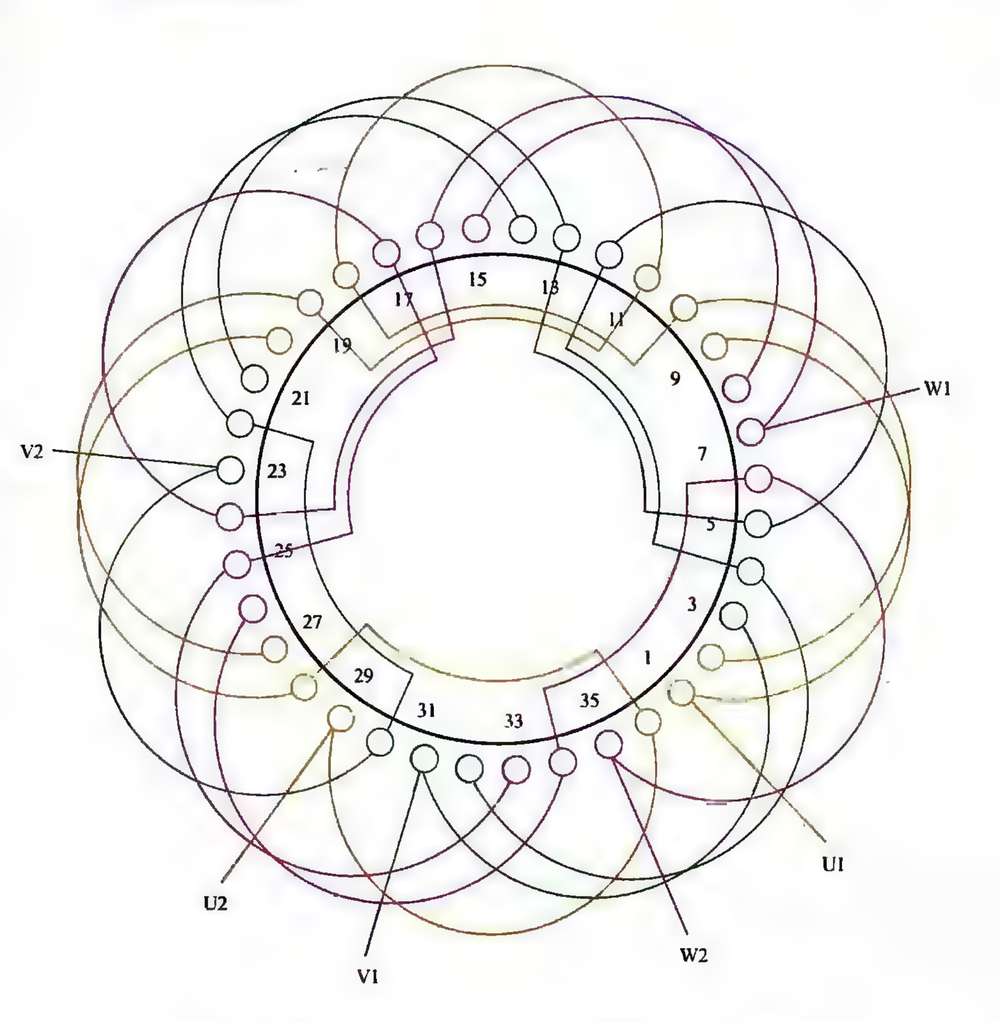


图 4-78　36 槽 4 极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式布线

4.5.12 36槽4极（$a=2$）三相电动机绕组单层交叉式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=2、1$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=3$ 线圈节距 $y=8、7$

总线圈数 $Q=18$ 绕组极距 $\tau=9$ 绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=12$ 每槽电角 $\alpha=20°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

与上例一样，本例也采用不等距显极式布线，每相分别由两大联和两小联构成，大联线圈节距短于极距1槽，$y_D=8$，小联线圈节距短极距2槽，$y_X=7$。绕组为二路并联，每支路由大、小联各1组串联而成，并用短跳反向连接，两支路走线方向相反，但接线时必须保证同相相邻线圈组极性相反的原则。主要应用实例有Y160M-4型一般用途三相异步电动机和BJO2-32-4型隔爆型三相异步电动机等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线同上例，可参考表4-79进行。如习惯用前进式嵌线工艺的操作者则可根据表4-80的顺序嵌线。

表4-80 交叠法（前进式嵌线）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	9	10	12	15		16		18		21		22		24		27		28
	浮边					7		8		11		13		14		17		19	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		30		33		34		36		3		4		6				
	浮边	20		23		25		26		29		31		32		35	1	2	5

(4) 绕组端面布接线

如图 4-79 所示。

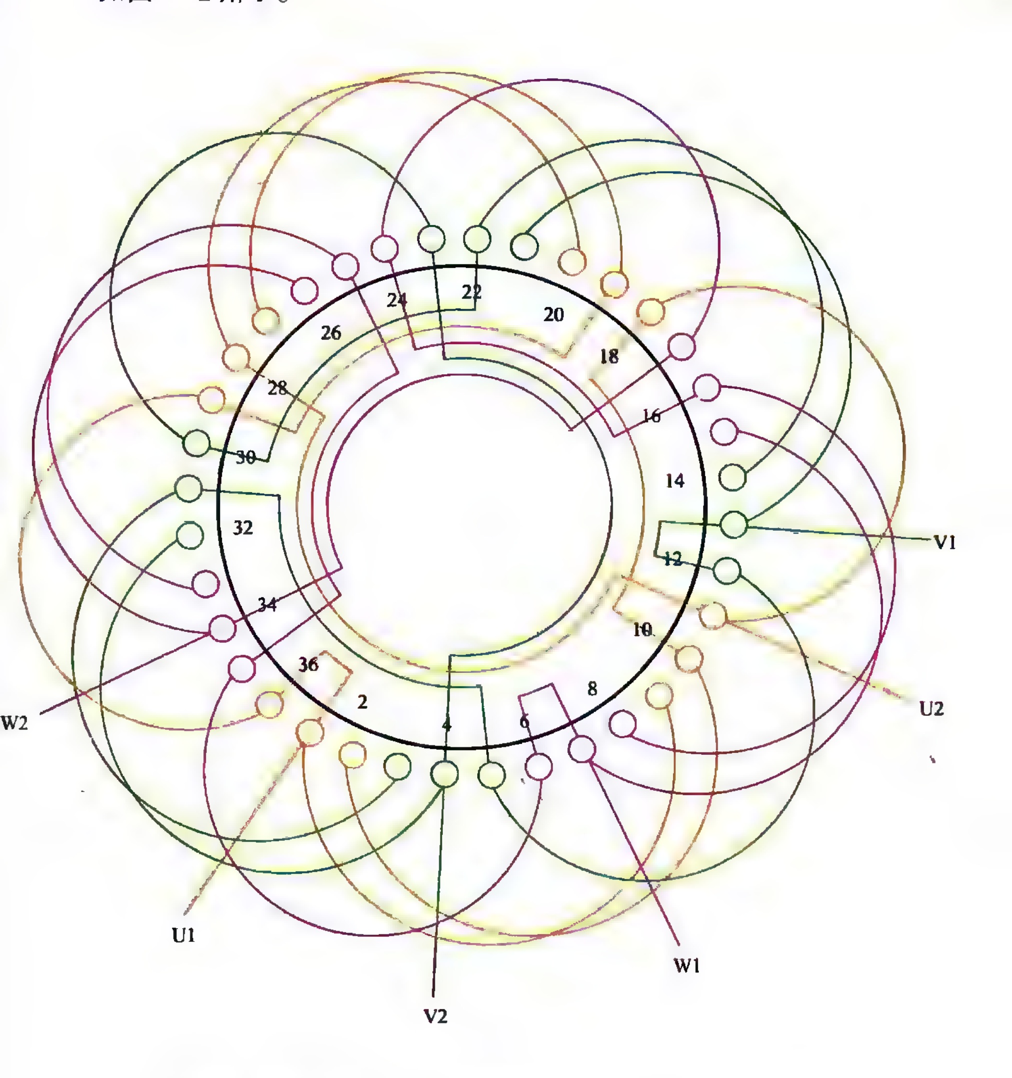


图 4-79　36 槽 4 极（$a=2$）三相电动机绕组单层交叉式布线

4.5.13　36 槽 4 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（短等距）布线*

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=2、1$　并联路数　$a=1$
电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=3$　线圈节距　$y=7$
总线圈数　$Q=18$　绕组极距　$\tau=9$　分布系数　$K_d=0.906$
线圈组数　$u=12$　每槽电角　$\alpha=20°$　出线根数　$c=6$
节距系数　$K_p=0.94$　绕组系数　$K_{dp}=0.852$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组与上例同属交叉式布线，但本例采用的线圈节距比极距缩短 2 槽，而且绕组全部由等节距线圈组成。本绕组也由单双圈构成，但双圈组的两只线圈并不相邻靠，而是被不同相的单圈有效边隔断（图中线圈端部弧线表示此两线圈是同属一组），从而形成不连续的断续相带绕组，所以，它也是（常规）交叉式布线的特殊型式。

由于绕组的相带被分隔，其节距系数就不等于 1，所以绕组系数较低，从而抵消了短节距能节省线材的优点，但依然保留削减高次谐波的特点；不过，相带的不连续会造成磁场及杂散损耗的增加。此绕组应用较少，早年曾见用于矿山潜孔钻机的 JO2T-42-4 型电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例嵌线用交叠法，吊边数为 3。嵌线时应将单、双圈组交替嵌入，嵌线顺序见表 4-81。

表 4-81　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	1	35	33		31		29		27		25		23		21		19
	浮边					4		2		36		34		32		30		28	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		17		15		13		11		9		7		5				
	浮边	26		24		22		20		18		16		14		12	10	8	6

(4) 绕组端面布接线

如图 4-80 所示。

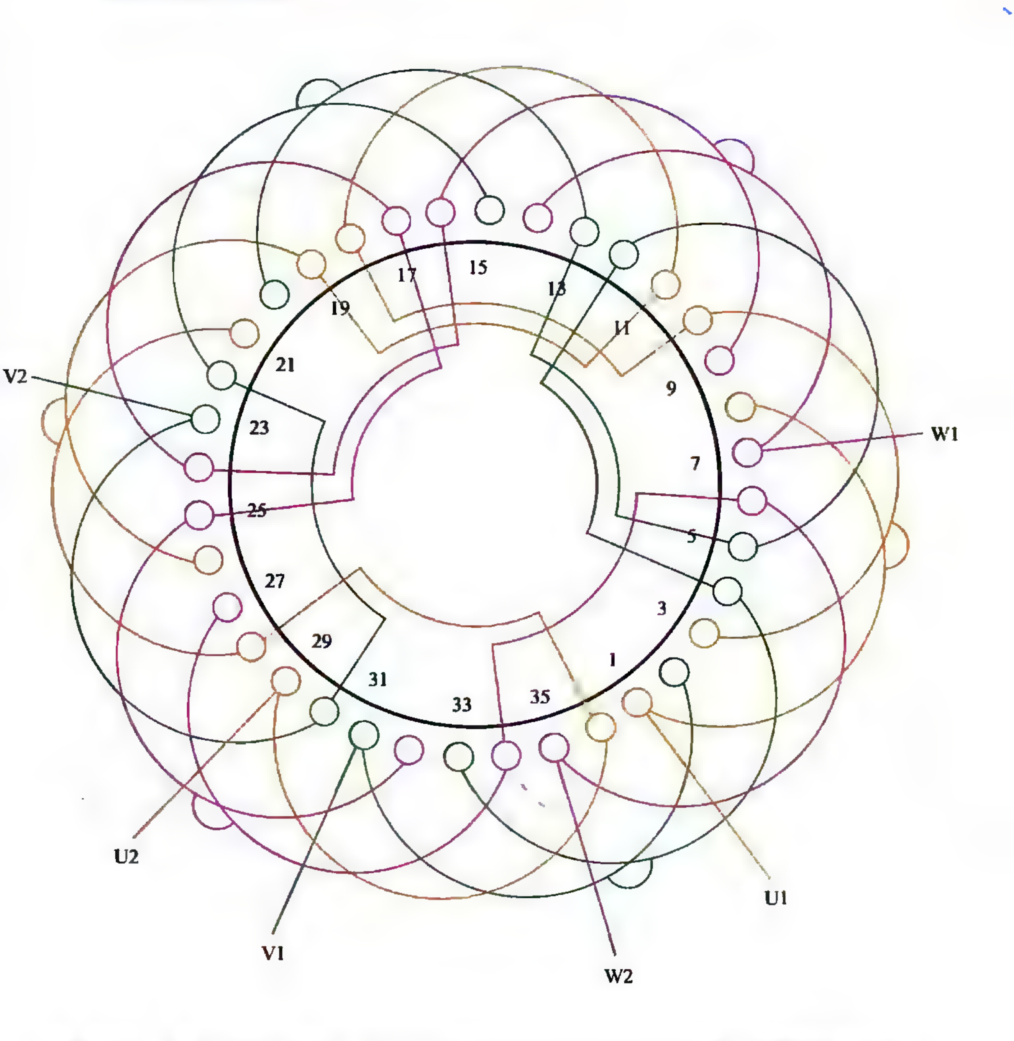


图 4-80　36 槽 4 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（短等距）布线

注：标题解释——本例是单层交叉式的特殊型式。常规交叉式如例 3.2.6，它采用两种不等节距（$y=8$、7）线圈；而本例则采用节距较短（$y=7$）的等距布线，故称“短等距”。以下凡单层交叉式（短距）布线同此解释。

4.5.14　36 槽 4 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（长等距）布线*

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	电机极数	$2p=4$
总线圈数	$Q=18$	线圈组数	$u=12$
每组圈数	$S=2$、1	极相槽数	$q=3$
绕组极距	$\tau=9$	线圈节距	$y=9$
并联路数	$a=1$	绕组系数	$K_{dp}=0.96$
每槽电角	$\alpha=20°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是单层交叉式的另一种特殊型式，它也采用等节距线圈，但线圈节距等于极距，比前两种交叉式的线圈节距都长。同时它也是显极布线，每相由两大联组和两单圈组串联而成，由于双圈和单圈节距相等，故安排双圈组中的两线圈不相邻靠，而被单圈有效边分隔（图中也用端部弧线将分隔开的同组线圈交联），故绕制线圈时仍应连绕成一组。接线时，同相相邻组间是反向串联，即"尾接尾"或"头接头"。此绕组在系列中没有实例，但在修理中曾遇到过。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用长等距线圈，交叠嵌线时吊边数为 4。嵌线规律是：嵌 1 空 1，再嵌 1 空 1……。嵌线顺序见表 4-82。

表 4-82　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	1	35	33	31		29		27		25		23		21		19	
	浮边						4		2		36		34		32		30		28
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	17		15		13		11		9		7		5					
	浮边		26		24		22		20		18		16		14	12	10	8	6

(4) 绕组端面布接线

如图4-81所示。

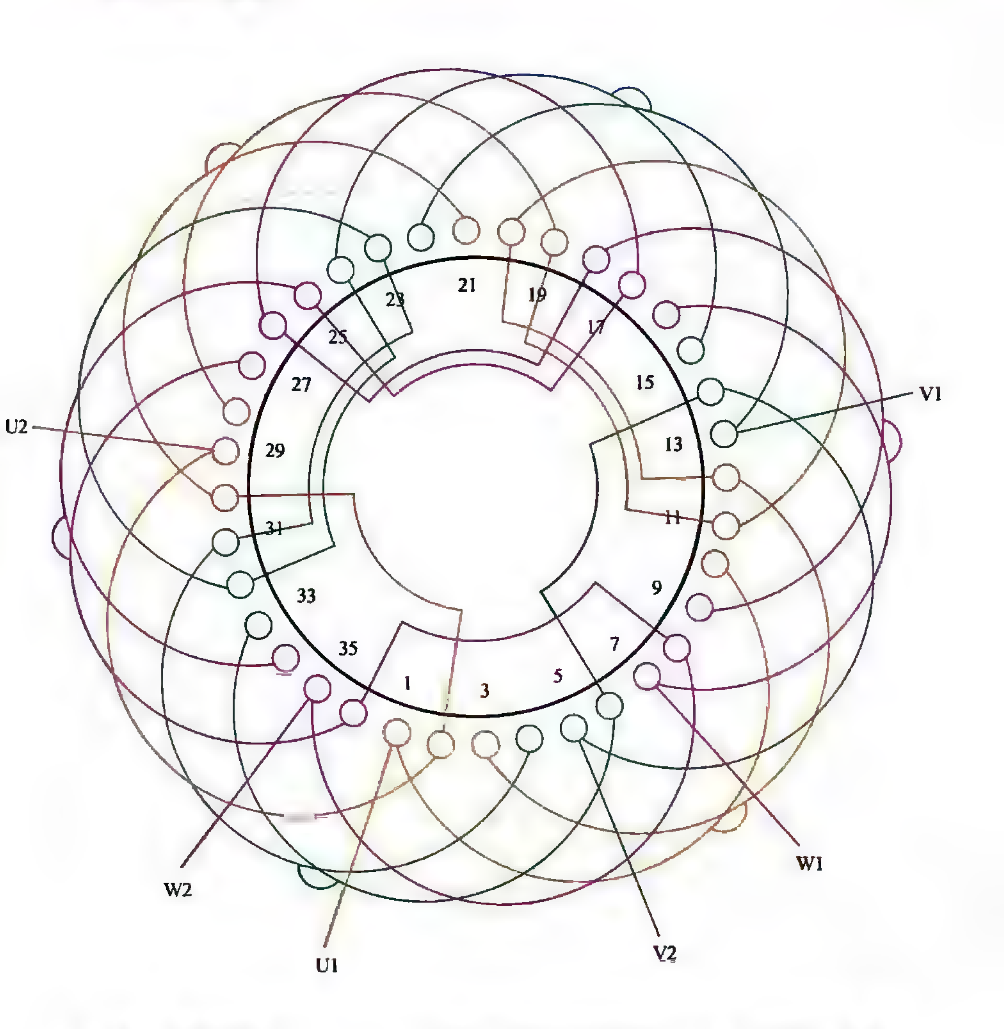


图4-81 36槽4极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（长等距）布线

注：标题解释——本例是单层交叉的另一种特殊布线。它也采用单一节距，但与上例正好相反，是采用较长的节距，即 $y=\tau=9$，故称“长等距”布线。以下凡单层交叉式（长等距）布线同此解释。

4.5.15　30 槽 4 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=30$　　电机极数　$2p=4$

总线圈数　$Q=30$　　线圈组数　$u=24$

每组圈数　$S=2、3$　　极相槽数　$q=2\frac{1}{2}$

绕组极距　$\tau=7\frac{1}{2}$　　线圈节距　$y=6$

并联路数　$a=2$　　每槽电角　$\alpha=24°$

分布系数　$K_d=0.957$　　节距系数　$K_p=0.951$

绕组系数　$K_{dp}=0.91$　　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，每组线圈由双、三圈联组成，每相 4 组大小联交替分布，因是显极，接线时要使相邻同相线圈组极性相反。此绕组在国产系列无实例，可用于 30 槽 4 极的改绕。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为 6。嵌线顺序见表 4-83。

表 4-83　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
槽号	下层	3	2	1	30	29	28	27		26		25		24		23		22		21	
	上层								3		2		1		30		29		28		27
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
槽号	下层	20		19		18		17		16		15		14		13		12		11	
	上层		26		25		24		23		22		21		20		19		18		17
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
槽号	下层	10		9		8		7		6		5		4							
	上层		16		15		14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-82 所示。

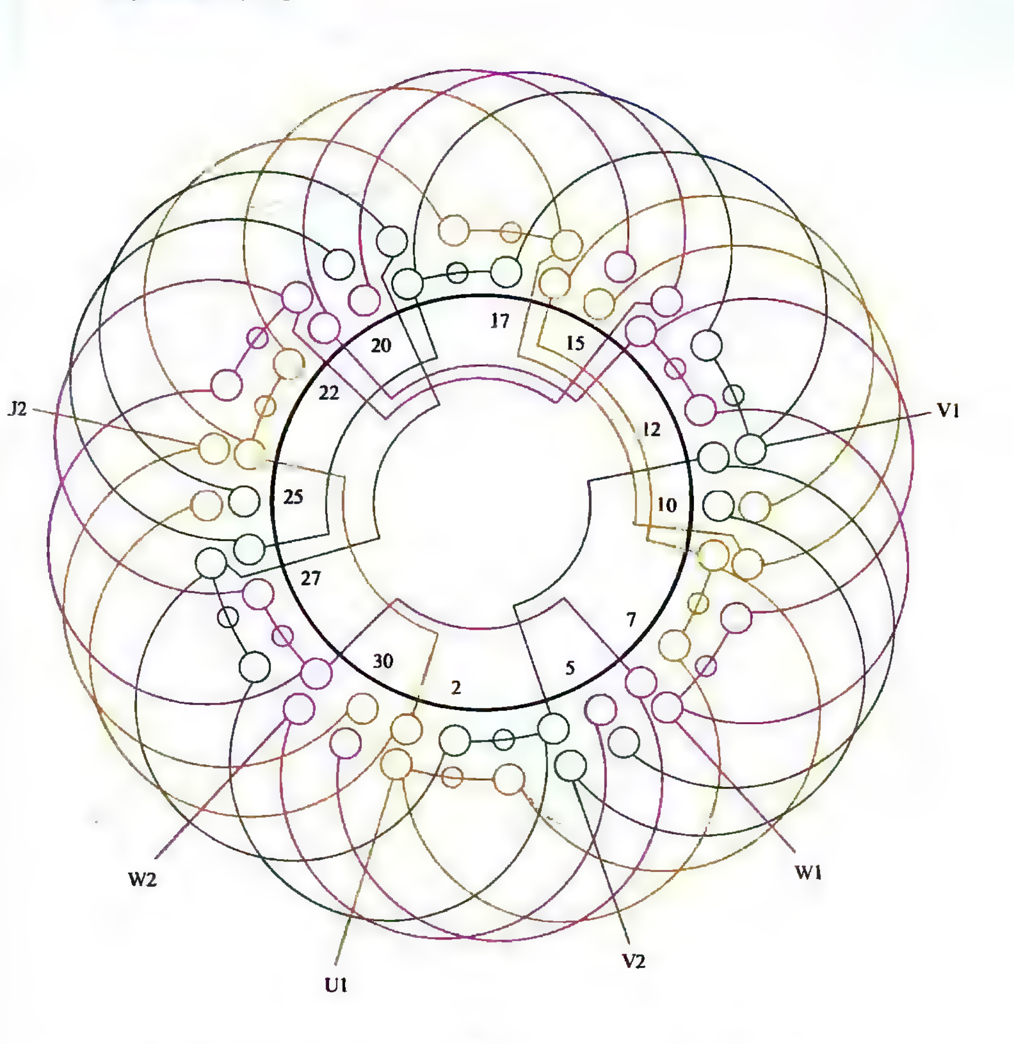


图 4-82　30 槽 4 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.6 36（30、27）槽系列6极及以上极数电动机绕组端面布接线图

本节是36槽6极及以上极数电动机图例，其中，为了编排上的方便，特将30槽及27槽也归入本节。主要内容是36槽6极绕组，计有9例，并多以单层布线，占6例；8极绕组为单层和双层布线各2例。其余还有30槽2例、27槽仅6极1例。

4.6.1 36槽6极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=2$　分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=6$　节距系数 $K_p=0.966$

绕圈组数 $u=18$　绕圈节距 $y=5$　绕组系数 $K_{dp}=0.933$

每槽电角 $\alpha=30°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用一路串联接线，是6极电动机的基本型式，也是常用的布接线方案之一。主要应用实例有J-61-6、JO-63-6及高效率电动机YX-132S-6等；但新系列已作方案优化，改选单层链式。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见表4-84。

表4-84　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32	31		30		29		28		27		26		25
	上层							36		35		34		33		32		31	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层		24		23		22		21		20		19		18		17		16
	上层	30		29		28		27		26		25		24		23		22	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		15		14		13		12		11		10		9		8		7
	上层	21		20		19		18		17		16		15		14		13	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		6		5		4		3		2		1						
	上层	12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-78 所示。

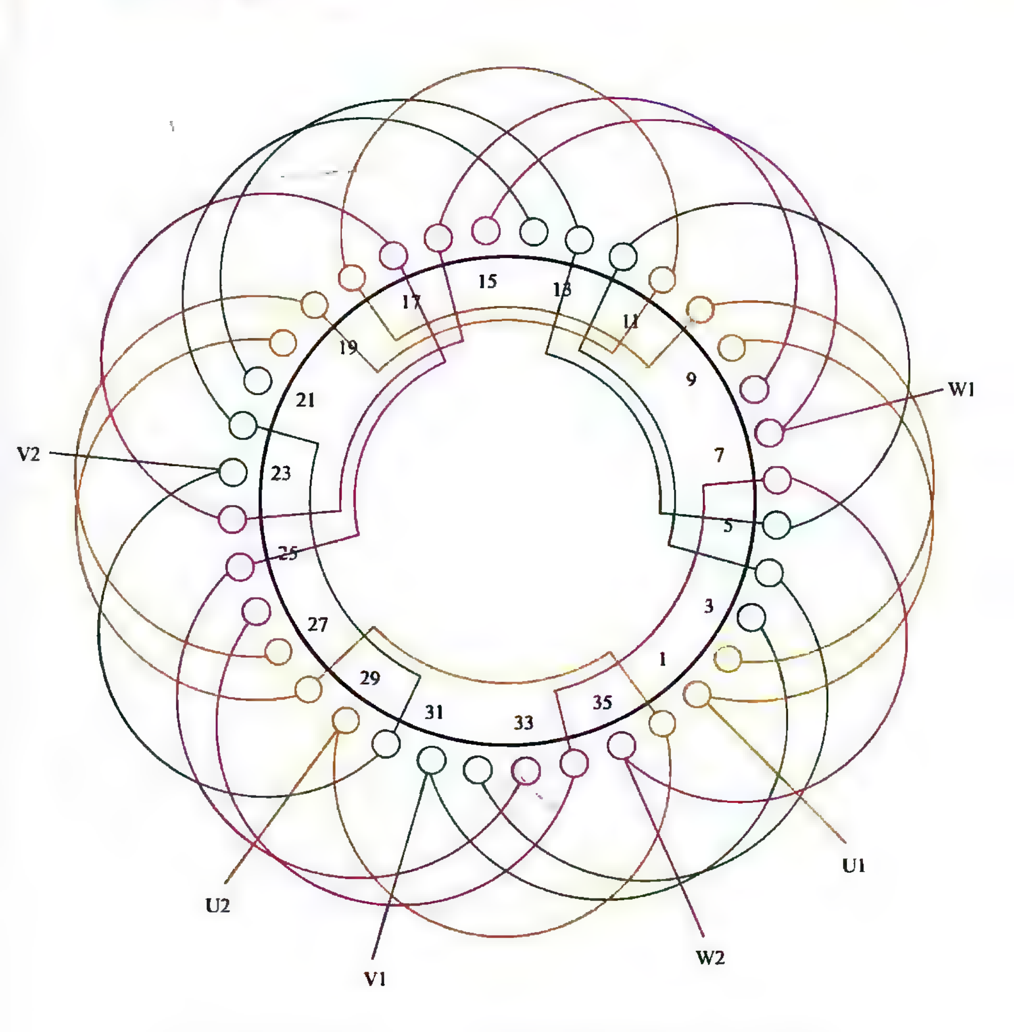


图 4-78　36 槽 4 极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式布线

4.6.2　36 槽 6 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=36$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=2$

电机极数　$2p=6$　极相槽数　$q=2$　分布系数　$K_d=0.966$

总线圈数　$Q=36$　绕组极距　$\tau=6$　节距系数　$K_p=0.966$

绕圈组数　$u=18$　绕圈节距　$y=5$　绕组系数　$K_{dp}=0.933$

每槽电角　$\alpha=30°$　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用二路并联，每相 6 组线圈，进线后分左、右两路走线，每支路 3 组按相邻反极性串联，最后将尾线并接后引出。主要应用实例有 JO3-180M2-6 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 5。嵌线顺序见表 4-85。

表 4-85　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	36	35	34	33		32		31		30		29		28		27
	上层							2		1		36		35		34		33	
嵌绕次序		19	20	21	22	23		……		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		26		25			……			13		12		11		10		9
	上层	32		31		30		……		19		18		17		16		15	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		8		7		6		5		4		3						
	上层	14		13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3

(4) 绕组端面布接线

如图 4-84 所示。

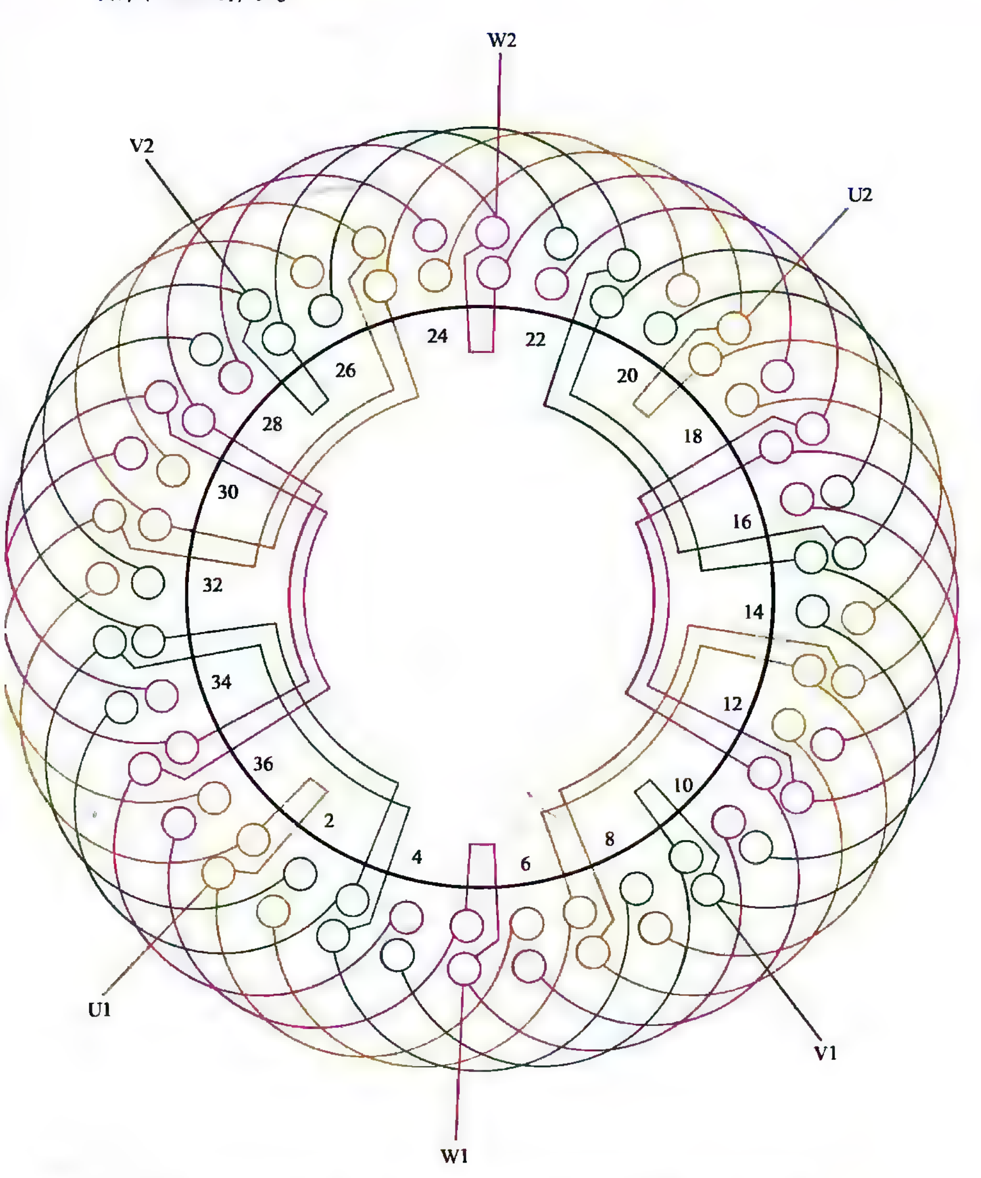


图 4-84　36 槽 6 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.6.3 36 槽 6 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$ 极相槽数 $q=2$ 分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=36$ 绕组极距 $\tau=6$ 节距系数 $K_p=1.0$

绕圈组数 $u=18$ 绕圈节距 $y=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.966$

每槽电角 $\alpha=30°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是全距绕组，绕圈节距等于极距，绕组系数较高，但作为电动机电枢则三次谐波较大而影响电动机性能。因此，一般电动机不采用，仅应用于绕线型电动机转子绕组。主要实例有进口电动机 MTK21-6 转子绕组等。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为 6。嵌线顺序见表 4-86。

表 4-86 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	36	35	34	33	32		31		30		29		28		27	
	上层								2		1		36		35		34		33
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	26		25		24		23		22		21		20		19		18	
	上层		32		31		30		29		28		27		26		25		24
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	17		16		15		14		13		12		11		10		9	
	上层		23		22		21		20		19		18		17		16		15
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	8		7		6		5		4		3							
	上层		14		13		12		11		10		9	8	7	6	5	4	3

(4) 绕组端面布接线

如图 4-85 所示。

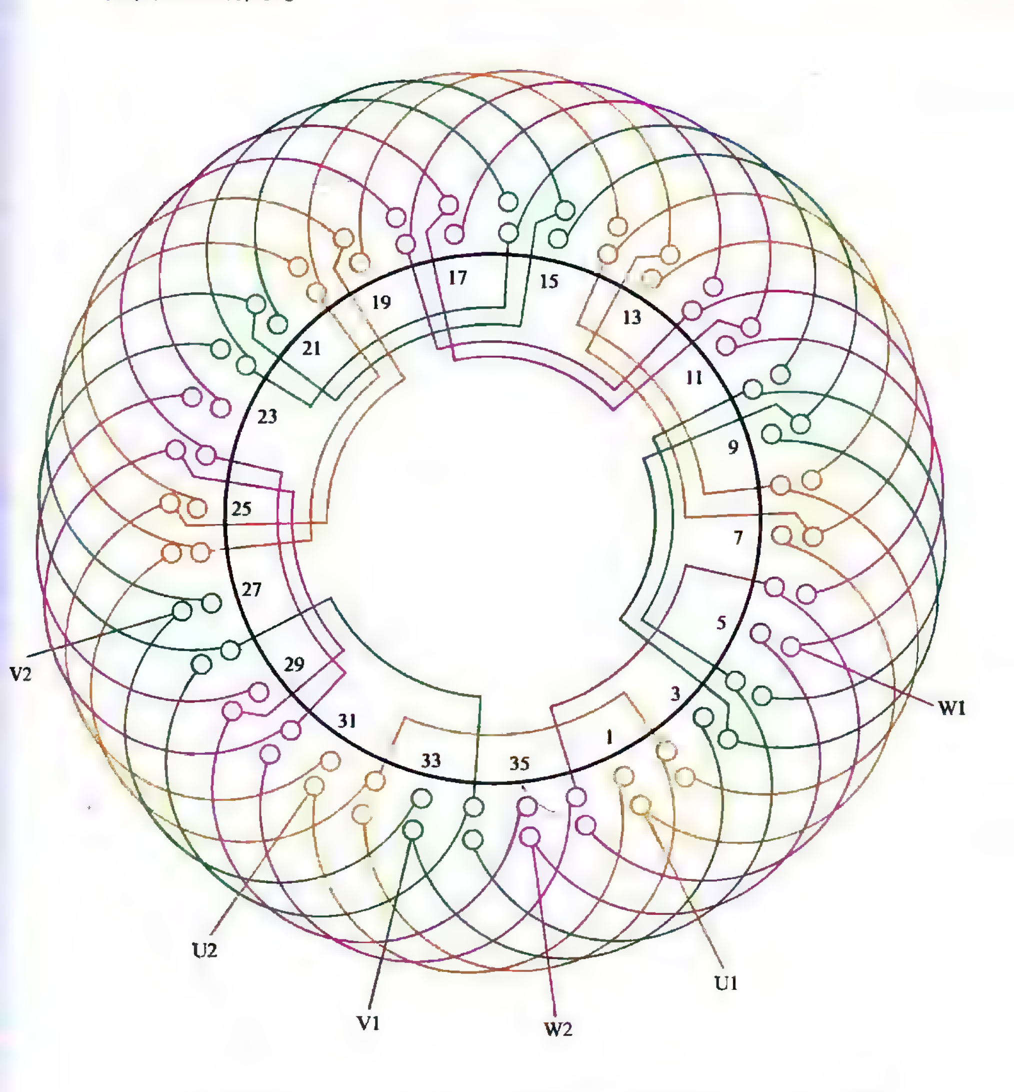


图 4-85　36 槽 6 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（整距）布线

4.6.4 36槽6极（$y=6$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=2$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=2$	线圈节距	$y=6$
总线圈数	$Q=18$	绕组极距	$\tau=6$	绕组系数	$K_{dp}=0.966$
绕圈组数	$u=9$	每槽电角	$\alpha=30°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组是庶极布线，每相由三相线圈组顺向串联而成，每组有两只 $y=6$ 的交叠线圈组成，相距 120°电角度，分布在定子铁芯；同相组间是“尾接头”，即所有线圈组电流方向一致。此绕组实际应用不多，目前使用在 JZR2-11 型三相绕线转子电动机的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可用交叠法或整嵌法，但后者因 q＝奇数，只能构成三平面绕组，使绕组端部形成三重叠，故极少选用。交叠嵌线时，将一组中两沉边顺次嵌入 2 槽，空出 2 槽再嵌 2 槽，吊边数为 2。嵌线顺序见表 4-87。

表 4-87 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	34		33		30		29		26		25		22		21	
	浮边				4		3		36		35		32		31		28		27
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边		24		23		20		19		16		15		12		11	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 4-86 所示。

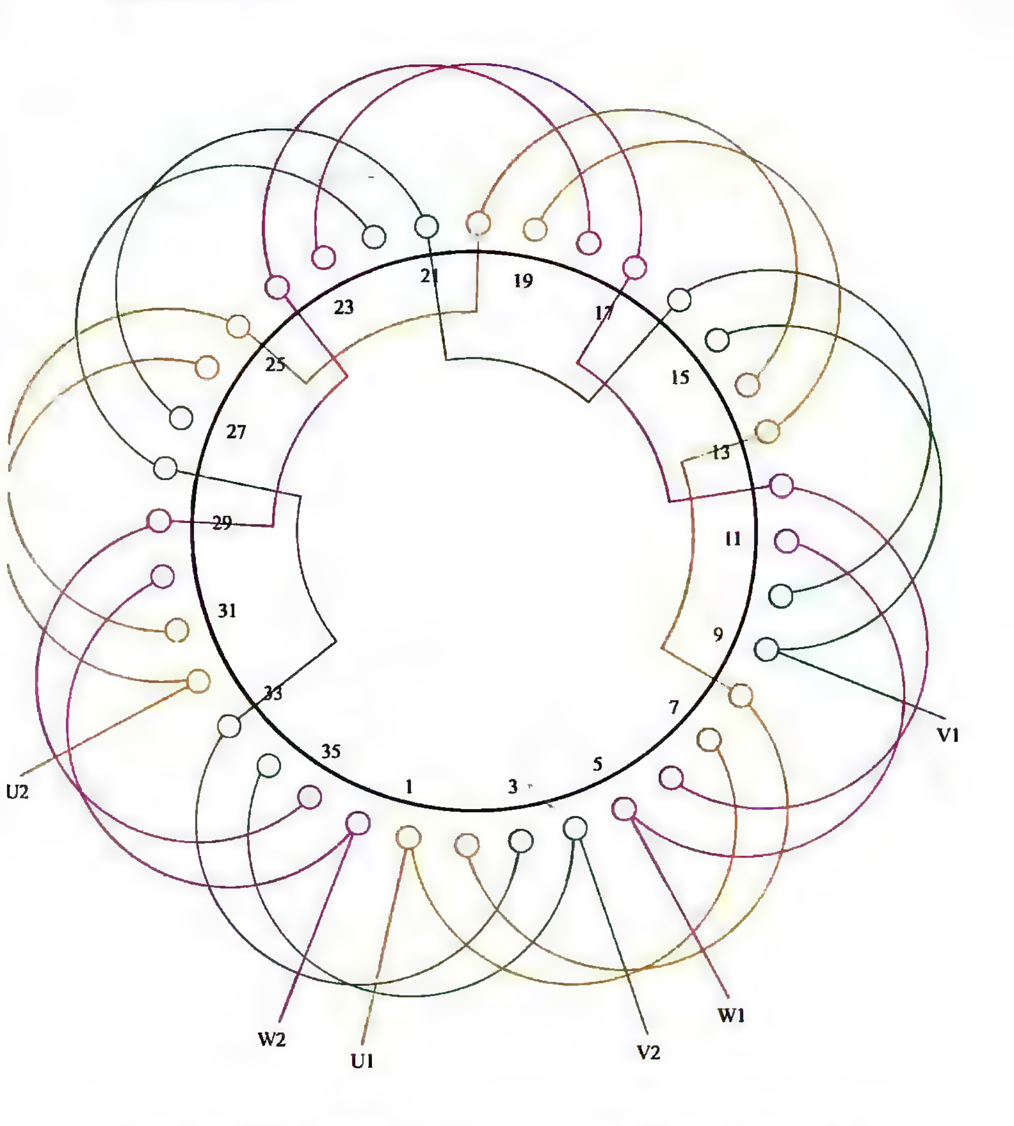


图 4-86　36 槽 6 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

4.6.5 36 槽 6 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=1$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $y=5$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

绕圈组数 $u=18$　每槽电角 $\alpha=30°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例为显极式布线，每相线圈数等于极数，每极相两槽有效边电流方向相同，故线圈端部反折，并使同相相邻线圈极性相反，即接线为反接串联。此绕组系小型 6 极电机中应用较多的基本布线型式之一。在一般用途新系列的小型电动机中，应用实例有 Y160L-6 型；此外，将星点内接，引出三根出线可应用于 JG2-41-6 型辊道专用电动机和 BJO2-52-6 型等隔爆型三相异步电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可用交叠法或整嵌法，用整圈嵌线虽不用吊边，但只能分相整嵌而构成三平面绕组，故较少采用。交叠法嵌线吊边数为 2，第 3 线圈始可整嵌，嵌线并不会感到困难，嵌线顺序见表 4-88。

表 4-88　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	1	35	33		31		29		27		25		23		21		19	
	浮边				2		36		34		32		30		28		26		24
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	17		15		13		11		9		7		5		3			
	浮边		22		20		18		16		14		12		10		8	6	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-87 所示。

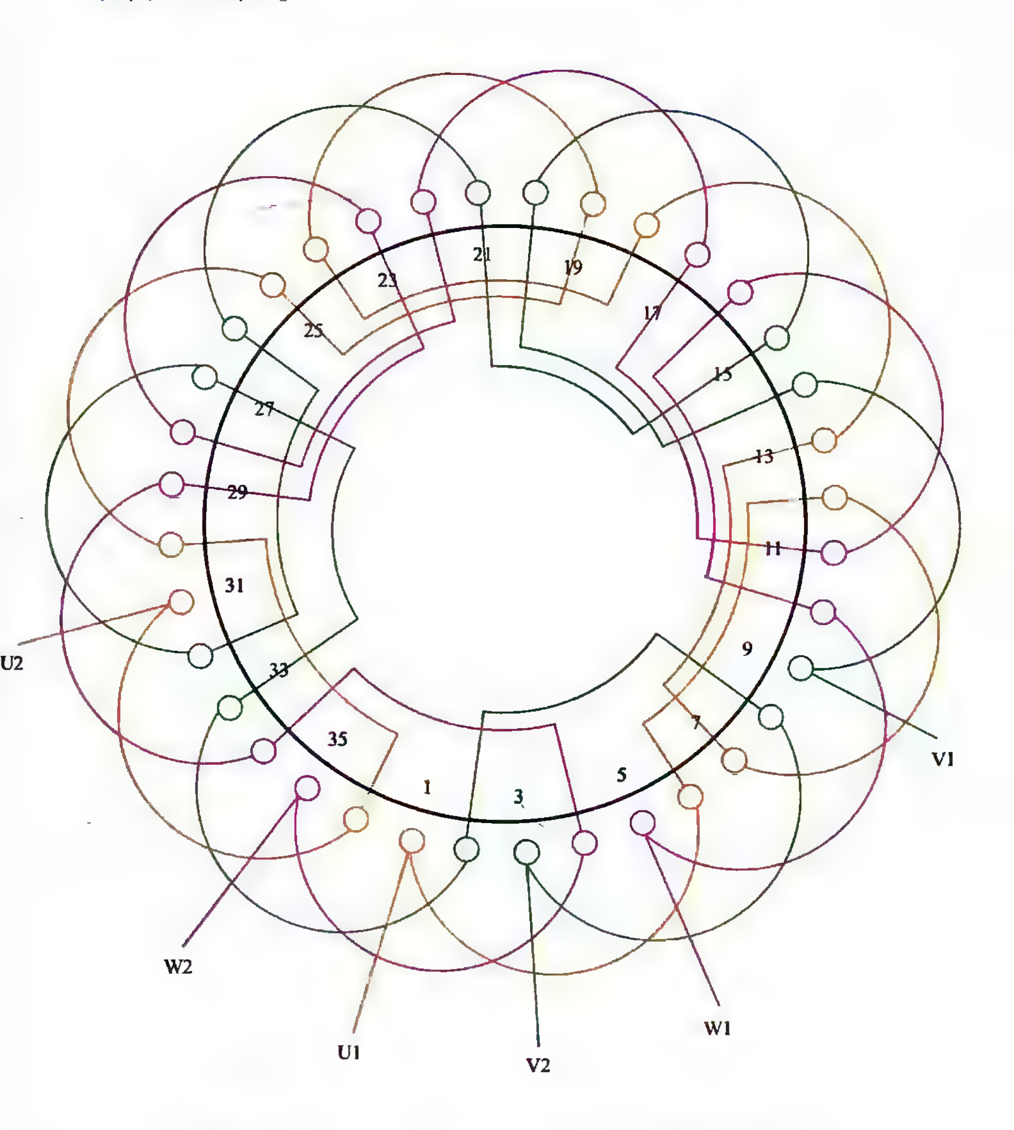


图 4-87　36 槽 6 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式布线

4.6.6 36槽6极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组单层链式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=1$　并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $y=5$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

绕圈组数 $u=18$　每槽电角 $\alpha=30°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例也是应用较多的绕组之一，采用二路并联接线。每相由6只线圈分两路反向走线，每一支路3只线圈，同相线圈间是反极性连接。应用实例有Y90L-6、Y112M-6等新系列异步电动机；也有JO2L-52-6、JO3L-140S-6铝绕组电动机，JO3-T160-6TH、JO4-21-6等老系列电动机；还用于YZR160L型绕线转子异步电动机的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线一般采用交叠法，同上例，可参考表4-88。也可用整嵌法嵌线，形成三平面绕组，但较少应用，表4-89是整嵌法嵌线顺序，仅供参考。

表4-89　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下平面	1	6	31	36	25	30	19	24	13	18	7	12
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	中平面	5	10	35	4	29	34	23	28	17	22	11	16
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	上平面	9	14	3	8	33	2	27	32	21	26	15	20

(4) 绕组端面布接线

如图 4-88 所示。

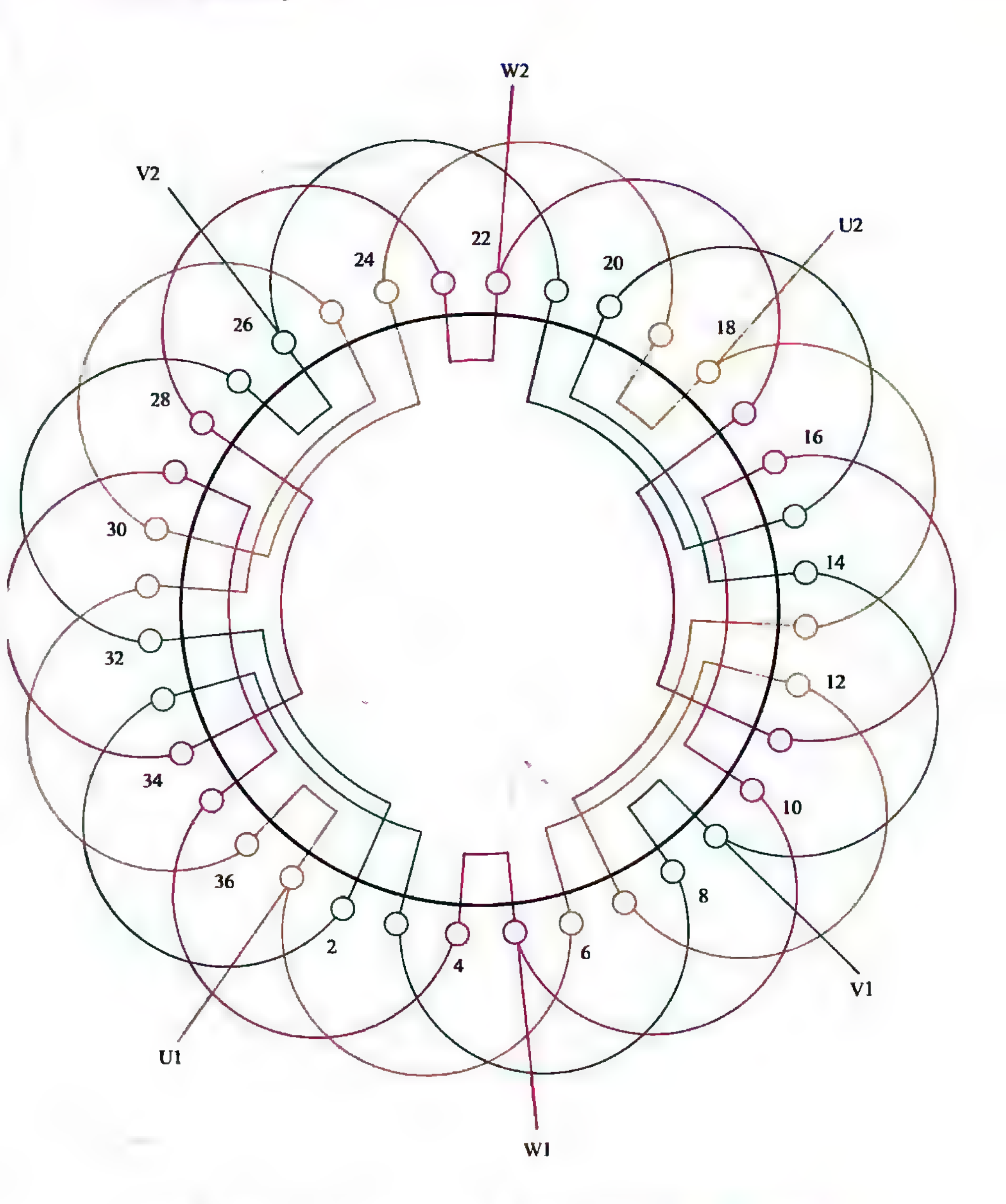


图 4-88　36 槽 6 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组单层链式布线

4.6.7 36 槽 6 极（$y=5$、$a=3$）三相电动机绕组单层链式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=1$　并联路数 $a=3$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=2$　线圈节距 $y=5$

总线圈数 $Q=18$　绕组极距 $\tau=6$　绕组系数 $K_{dp}=0.966$

绕圈组数 $u=18$　每槽电角 $\alpha=30°$　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例为显极式布线，每相 6 只线圈，采用三路并联，每支路由 2 只线圈短跳串联，并使支路中两线圈极性相反。由于 36 槽 6 极电动机属容量不大的电动机，定子绕组极少采用三路并联，故通常用于绕线式转子，应用实例有国产 YZR225M-6 型及（原苏联）MTM411-6 型绕线转子三相异步电动机转子绕组。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可采用表 4-88 后退式交叠嵌法，为适应采用前进式嵌线习惯的操作者，下面介绍前进式嵌线顺序，见表 4-90。

表 4-90　交叠法（前进式嵌线）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	6	8	10		12		14		16		18		20		22		24	
	浮边				5		7		9		11		13		15		17		19
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	26		28		30		32		34		36		2		4			
	浮边		21		23		25		27		29		31		33		35	1	3

(4) 绕组端面布接线

如图4-89所示。

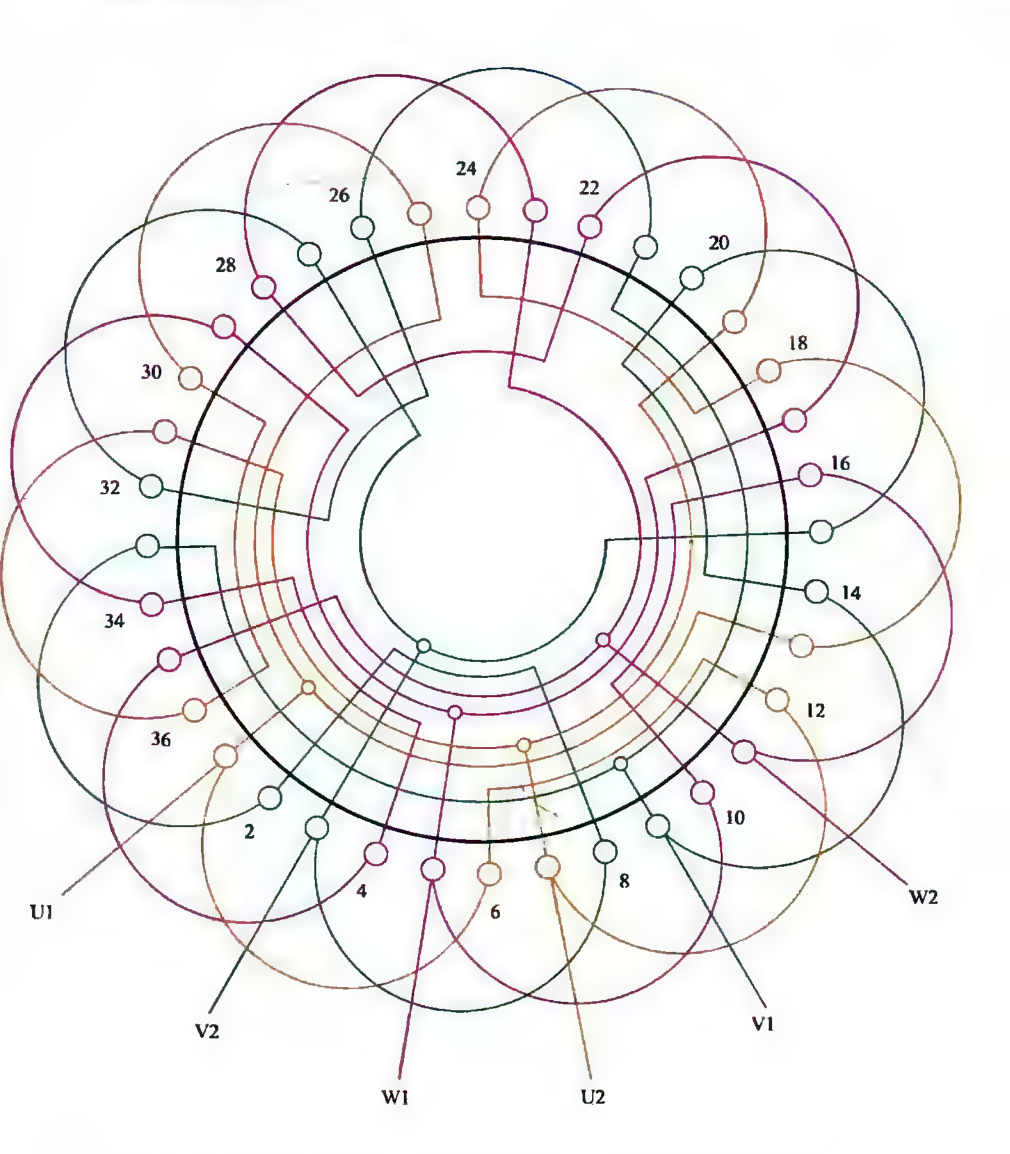


图4-89 36槽6极($y=5$、$a=3$)三相电动机绕组单层链式布线

4.6.8 36槽6极（$S=2$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　　电机极数 $2p=6$

总线圈数 $Q=18$　　线圈组数 $u=9$

每组圈数 $S=2$　　极相槽数 $q=2$

绕组极距 $\tau=6$　　线圈节距 $y=7$、5

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=30°$

分布系数 $K_d=0.966$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.966$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用庶极布线，每相由3组线圈顺向串联构成6极。此绕组在国内极少应用，但国外应用较多。如原“苏”的MT-KB311-6型绕线式转子、AOЛ2-31-6/4极双绕组双速及AOЛ2-31-6/4/2极三速中的6极均采用此绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例可用交叠法或整嵌法嵌线。交叠嵌线需吊边2个，嵌线时是嵌2槽，后退空2槽，再嵌2槽，再空2……。若用整嵌法则是隔组逐相嵌入，但每组中先嵌小线圈再嵌大线圈。但这样嵌线将使绕组构成端部三平面结构。具体嵌线顺序见表4-91。

表4-91　分相整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	2	7	1	8	26	31	25	32	14	19	13	20						
	中平面													6	11	5	12	30	35

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	中平面	29	36	18	23	17	24												
	上平面							10	15	9	16	34	3	33	4	22	27	21	28

(4) 绕组端面布接线

如图 4-90 所示。

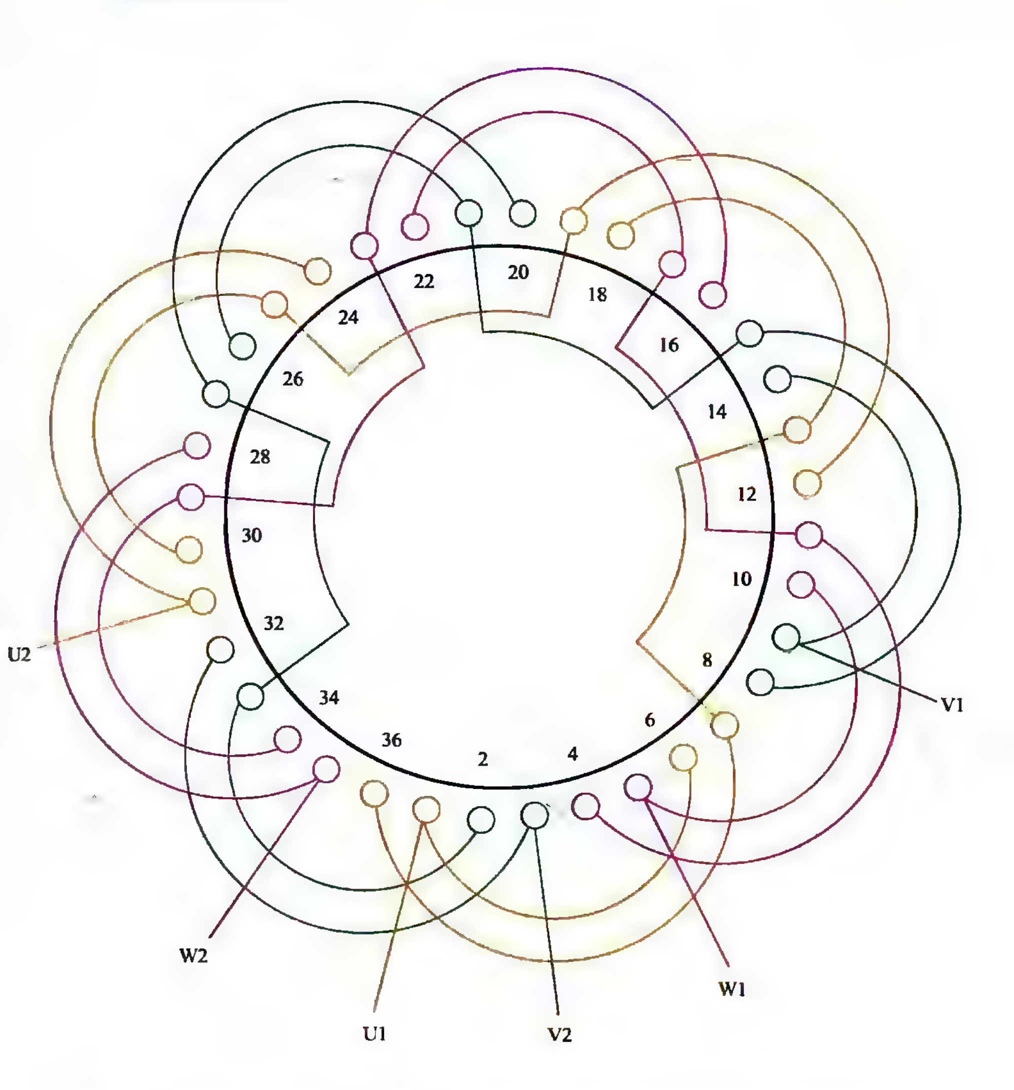


图 4-90　36 槽 6 极（$S=2$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.6.9 36 槽 6 极（$S=2$、$a=3$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　　　电机极数 $2p=6$

总线圈数 $Q=18$　　　线圈组数 $u=9$

每组圈数 $S=2$　　　极相槽数 $q=2$

绕组极距 $\tau=6$　　　线圈节距 $y=7$、5

并联路数 $a=3$　　　每槽电角 $\alpha=30°$

分布系数 $K_d=0.966$　　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.966$　　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组由同心双圈组成，采用庶极布线，故每相线圈组数只有 3 组，并要求同相相邻线圈组极性一致，也就是说绕组所有线圈组极性相同。因本例是三路并联，所以每相分三个支路，故使每相 3 个线圈组各成一个支路再并联而成为三路接法，但仍需确保各组线圈极性相同。此绕组在系列产品中未见实例，本绕组取自原苏 MTM312-6 型的绕线电动机转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本绕组嵌线可有两种方法，分相整嵌可参考上例；而交叠嵌线时，嵌 2 槽向后退，空出 2 槽再嵌 2 槽。吊边数为 2，从第 3 只线圈起可以整嵌。具体嵌线顺序见表 4-92。

表 4-92　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	34		33		30		29		26		25		22		21	
	浮边				3		4		35		36		31		32		27		28
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边		23		24		19		20		15		16		11		12	7	8

(4) 绕组端面布接线

如图 4-91 所示。

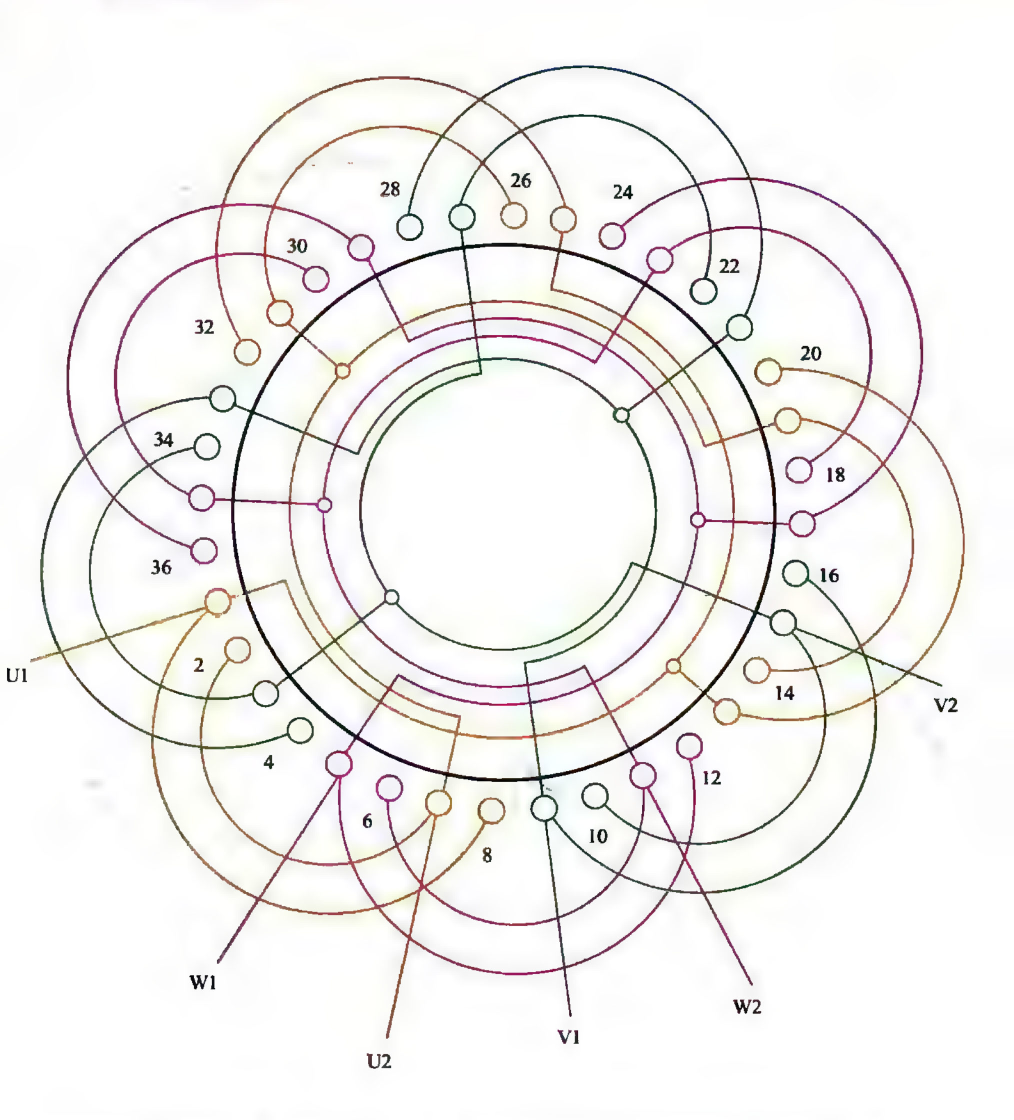


图 4-91　36 槽 6 极（$S=2$、$a=3$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.6.10 36 槽 8 极（$y=4$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=2$、1　并联路数 $a=1$
电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$　分布系数 $K_d=0.96$
总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$　节距系数 $K_p=0.985$
线圈组数 $u=24$　线圈节距 $y=4$　绕组系数 $K_{dp}=0.946$
每槽电角 $\alpha=40°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例每极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$，为分数，故绕组属分数绕组。线圈组由单圈和双圈组成，并按 2 1 2 1……的分配规律分布。本例为一路接法，故每相 8 组线圈按一正一反串联而成。主要应用实例有 JO3T-90S-8 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线，吊边数为 4。嵌线顺序见表 4-93。

表 4-93　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33	32		31		30		29		28		27		26	
	上层						36		35		34		33		32		31		30
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	25		24		23		22		21		20		19		18		17	
	上层		29		28		27		26		25		24		23		22		21
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层		20		19		18		17		16		15		14		13		12
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1					
	上层		11		10		9		8		7		6		5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-92 所示。

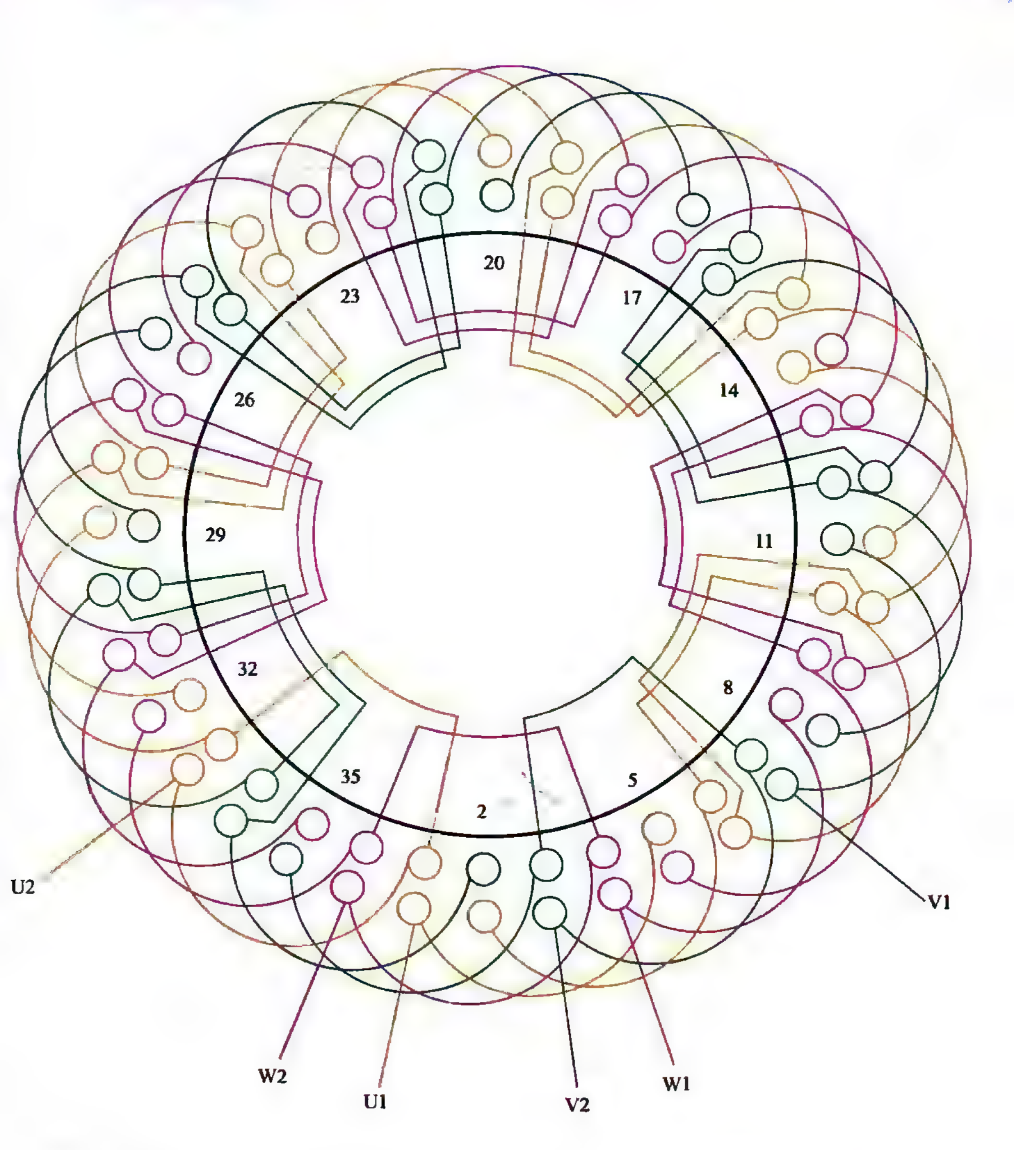


图 4-92　36 槽 8 极（$y=4$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.6.11 36槽8极（$y=4$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=2$、1	并联路数	$a=2$
电机极数	$2p=8$	极相槽数	$q=1\frac{1}{2}$	分布系数	$K_d=0.96$
总线圈数	$Q=36$	绕组极距	$\tau=4\frac{1}{2}$	节距系数	$K_p=0.985$
线圈组数	$u=24$	线圈节距	$y=4$	绕组系数	$K_{dp}=0.946$
每槽电角	$\alpha=40°$	出线根数	$c=6$		

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例为分数绕组，每极相槽数为 1½，故采用归并的办法解决“半圈”的问题，使实施线圈数为 2 圈和 1 圈，并按 2 1 2 1……的规律分布。本例是二路并联接线，采用进线后分左右两路走线，每支路由 4 个线圈组相互反极性串联后并接出线。主要应用于绕线型电动机转子绕组，实例有 YR-225M-8、YRZ-160L-8 等转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 4。嵌线顺序见表 4-94。

表 4-94 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	2	1	36	35	34		33		32		31		30		29		28	
	上层						2		1		36		35		34		33		32
嵌绕次序		19	20	21	22	23		……		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	27		26		25		……		14		13		12		11		10	
	上层		31		30			……			18		17		16		15		14
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层	9		8		7		6		5		4		3					
	上层		13		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3

(4) 绕组端面布接线

如图 4-93 所示。

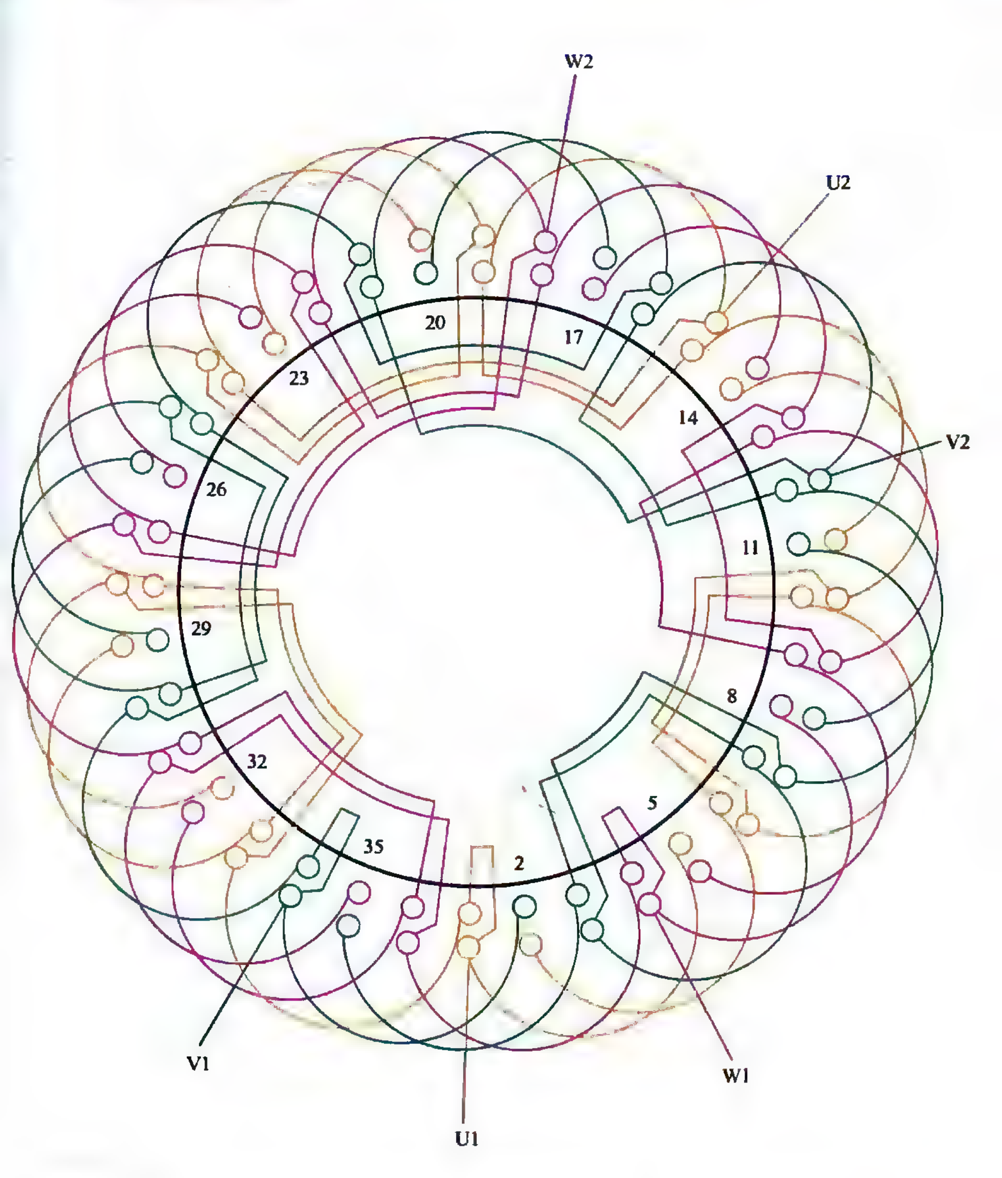


图 4-93　36 槽 8 极（$y=4$、$a=2$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.6.12　36槽8极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=2、1$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=8$	极相槽数	$q=1\frac{1}{2}$	线圈节距	$y=4、5$
总线圈数	$Q=18$	绕组极距	$\tau=4\frac{1}{2}$	绕组系数	$K_{dp}=0.96$
绕圈组数	$u=12$	每槽电角	$\alpha=40°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用不等距庶极布线，绕组由节距 $y_D=4$ 的双圈大联和 $y_X=5$ 的单圈小联构成，同相组间为顺向串联。绕组采用整嵌时工艺简便，但实际应用不多，仅见于 JG2-42-8 型辊道用三相异步电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组为庶极布线，嵌线有两种方法。

① 交叠法　嵌线吊边数为 2，通常从双圈组起嵌，嵌线顺序见表 4-95 (a)。

表 4-95 (a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	34		32		31		28		26		25		22		20	
	浮边				3		36		35		33		30		29		27		24
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边	19		16		14		13		10		8		7		4			
	浮边		23		21		18		17		15		12		11		9	6	5

② 整嵌法　整圈嵌线无需吊边，先将大联组嵌入相应槽中形成下平面，完成后垫好绝缘再把单圈组按图中相应槽嵌入，从而构成双平面绕组。嵌线顺序见表 4-95 (b)。

表 4-95 (b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	2	6	1	5	32	36	31	35	26	30	25	29	20	24	19	23	14	18
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下平面	13	17	8	12	7	11												
	上平面							4	9	34	3	28	33	22	27	16	21	10	15

(4) 绕组端面布接线

如图 4-94 所示。

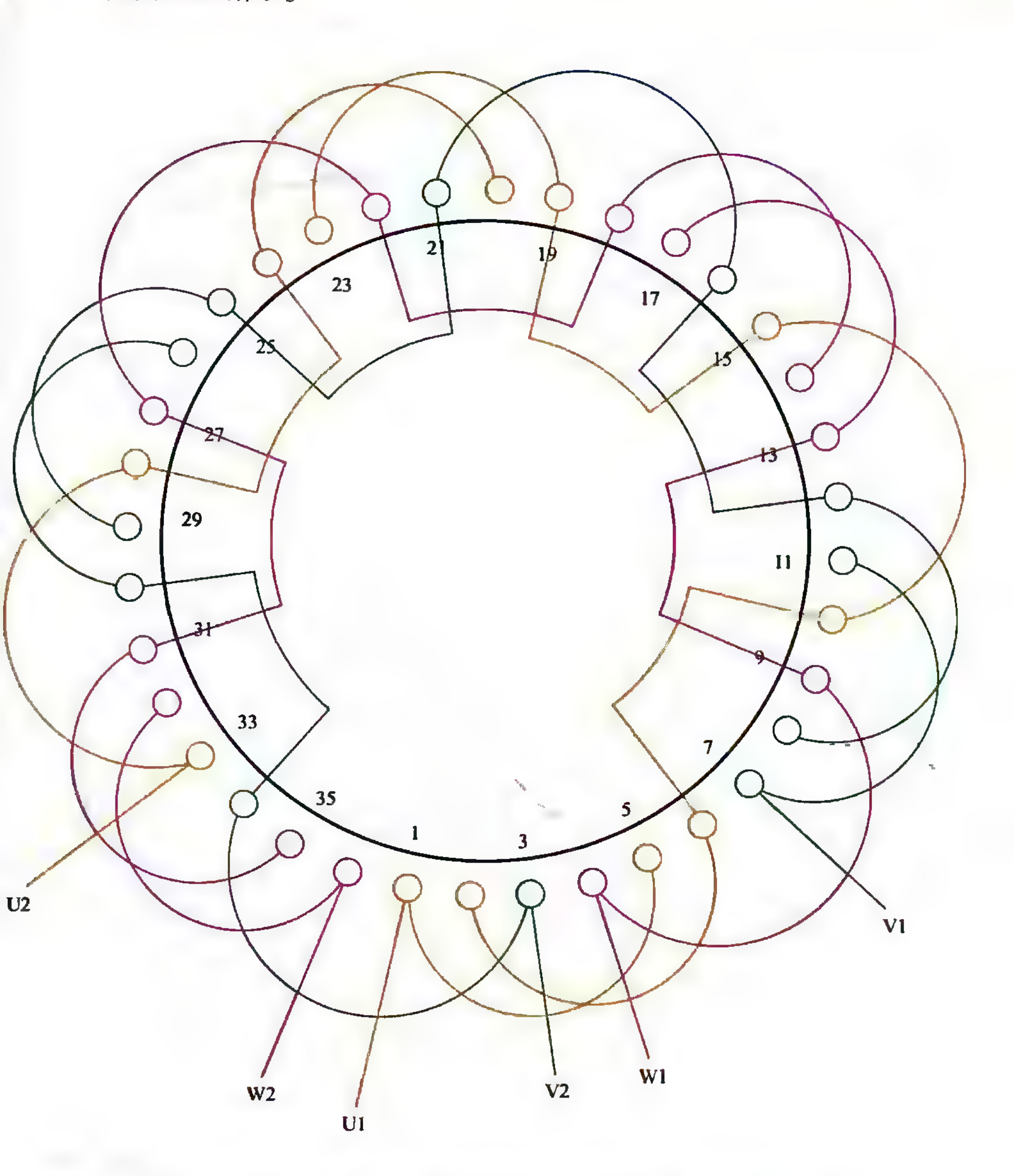


图 4-94 36 槽 8 极（a＝1）三相电动机绕组单层交叉式（庶极）布线

4.6.13 36槽8极（$a=2$）三相电动机绕组单层交叉式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　　电机极数 $2p=8$

总线圈数 $Q=18$　　线圈组数 $u=12$

每组圈数 $S=2、1$　　极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$

绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$　　线圈节距 $y=5、4$

并联路数 $a=2$　　每槽电角 $\alpha=40°$

分布系数 $K_d=0.96$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.96$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例属于较为罕见的布线型式，采用庶极布线，并用二路并联；每相由2个单圈组和2个双圈组构成，每一支路由一个单圈和一个双圈反向串联，然后将两个支路合并。此绕组实际应用较少。本例取自JO3T-90S-8实修记录。

(3) 绕组嵌线方法

本例既可采用交叠法，也可采用整嵌法，笔者认为用整嵌法较方便，它是先把三相的双圈嵌入相应槽内，构成下平面绕组，后再把三相单圈嵌入相应槽内，从而构成双平面绕组。具体嵌序见表4-96。

表 4-96　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	32	36	31	35	26	30	25	29	20	24	19	23	14	18	13	17	8	12
	上平面																		

嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下平面	7	11	2	6	1	5												
	上平面							28	33	22	27	16	21	10	15	4	9	34	3

(4) 绕组端面布接线

如图 4-95 所示。

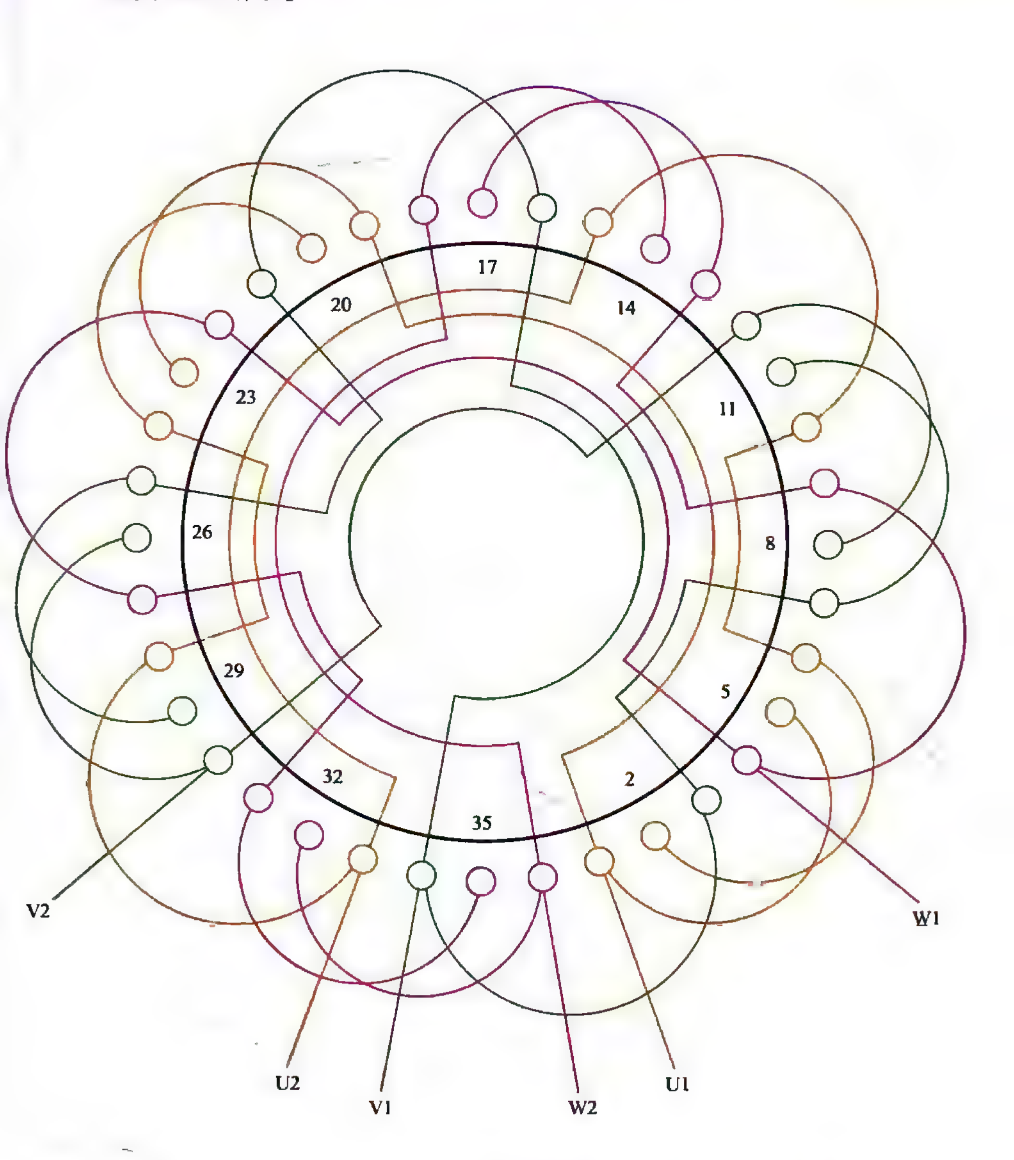


图 4-95　36 槽 8 极（$a=2$）三相电动机绕组单层交叉式（庶极）布线

4.6.14 36 槽 10 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=36$　每组圈数 $S=1$、2　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=10$　极相槽数 $q=1\frac{1}{5}$　分布系数 $K_d=0.956$

总线圈数 $Q=36$　绕组极距 $\tau=3\frac{3}{5}$　节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=30$　线圈节距 $y=3$　绕组系数 $K_{dp}=0.923$

每槽电角 $\alpha=50°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例系分数绕组方案，绕组分布循环规律为 2 1 1 1 1。绕组除应用于辊道用异步电动机 JG2-42-10 外，还用于双绕组四速电动机 JDO2-52-10/8/6/4 中的 10 极配套绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 3。嵌线顺序见表 4-97。

表 4-97　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	36	35	34	33		32		31		30		29		28		27		26
	上层					36		35		34		33		32		31		30	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层		25		24		23		22		21		20		19		18		17
	上层	29		28		27		26		25		24		23		22		21	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层		16		15		14		13		12		11		10		9		8
	上层	20		19		18		17		16		15		14		13		12	
嵌绕次序		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1				
	上层	11		10		9		8		7		6		5		4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-96 所示。

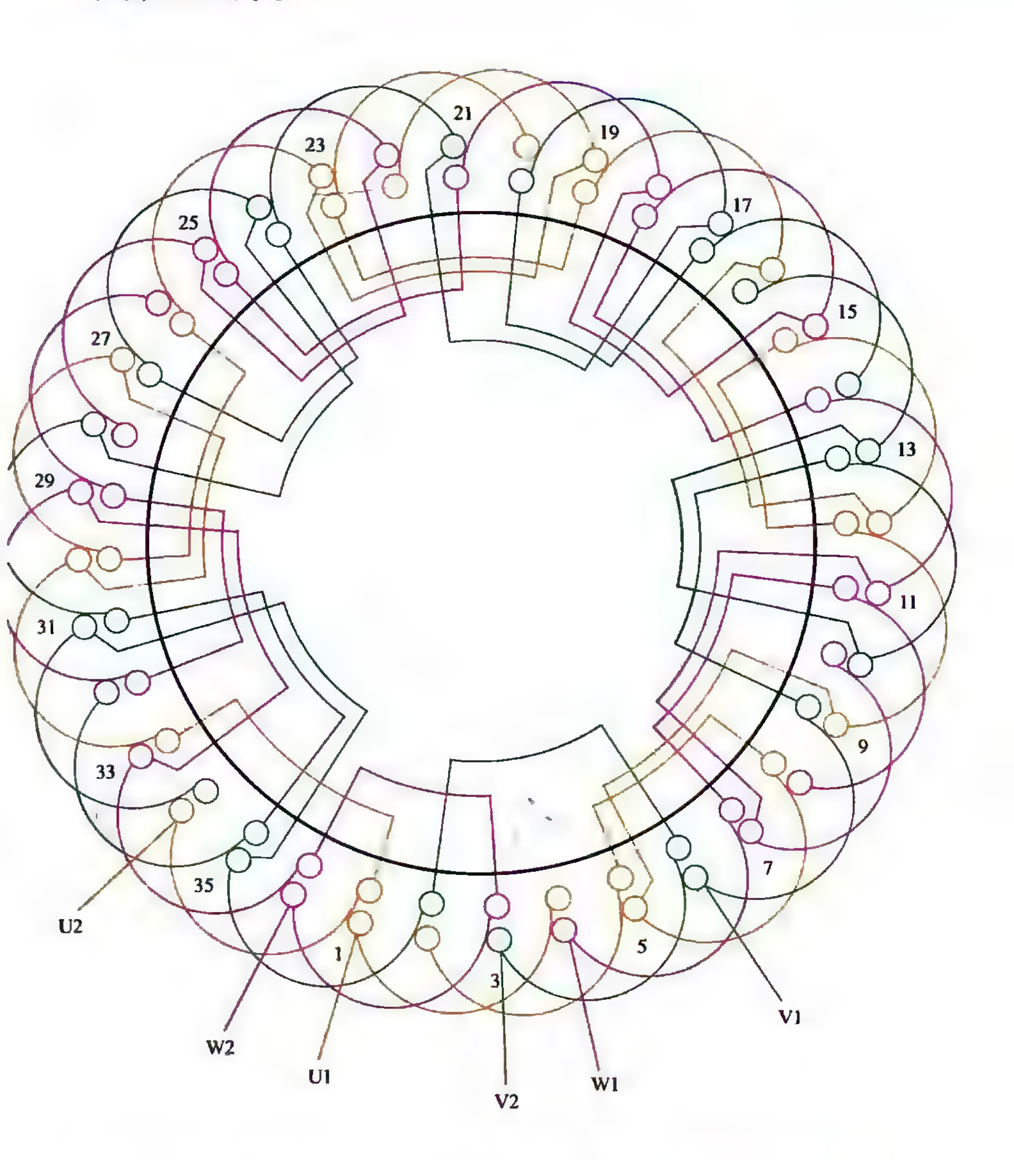


图 4-96　36 槽 10 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.6.15 36槽12极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=36$	每组圈数	$S=1$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=12$	极相槽数	$q=1$	线圈节距	$y=3$
总线圈数	$Q=18$	绕组极距	$\tau=3$	绕组系数	$K_{dp}=1$
线圈组数	$u=18$	每槽电角	$\alpha=60°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用庶极布线，在一般电机中极少应用，仅用于低电压的低速专用电机，如汽车、拖拉机等内燃机用的 JF13 型、JF1314-1 型永磁式交流发电机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组有两种嵌线法。

① 交叠法　吊边数仅为 1，嵌线顺序见表 4-98（a）。

表 4-98（a）　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	1	35		33		31		29		27		25		23		21		19
	浮边			2		36		34		32		30		28		26		24	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	沉边		17		15		13		11		9		7		5		3		
	浮边	22		20		18		16		14		12		10		8		6	4

② 整嵌法　整圈嵌线构成端部双平面绕组，无需吊边，因线圈跨距小，无明显优点。嵌线顺序见表 4-98（b）。

表 4-98（b）　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	1	4	33	36	29	32	25	28	21	24	17	20	13	16	9	12	5	8
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	上平面	3	6	35	2	31	34	27	30	23	26	19	22	15	18	11	14	7	10

(4) 绕组端面布接线

如图 4-97 所示。

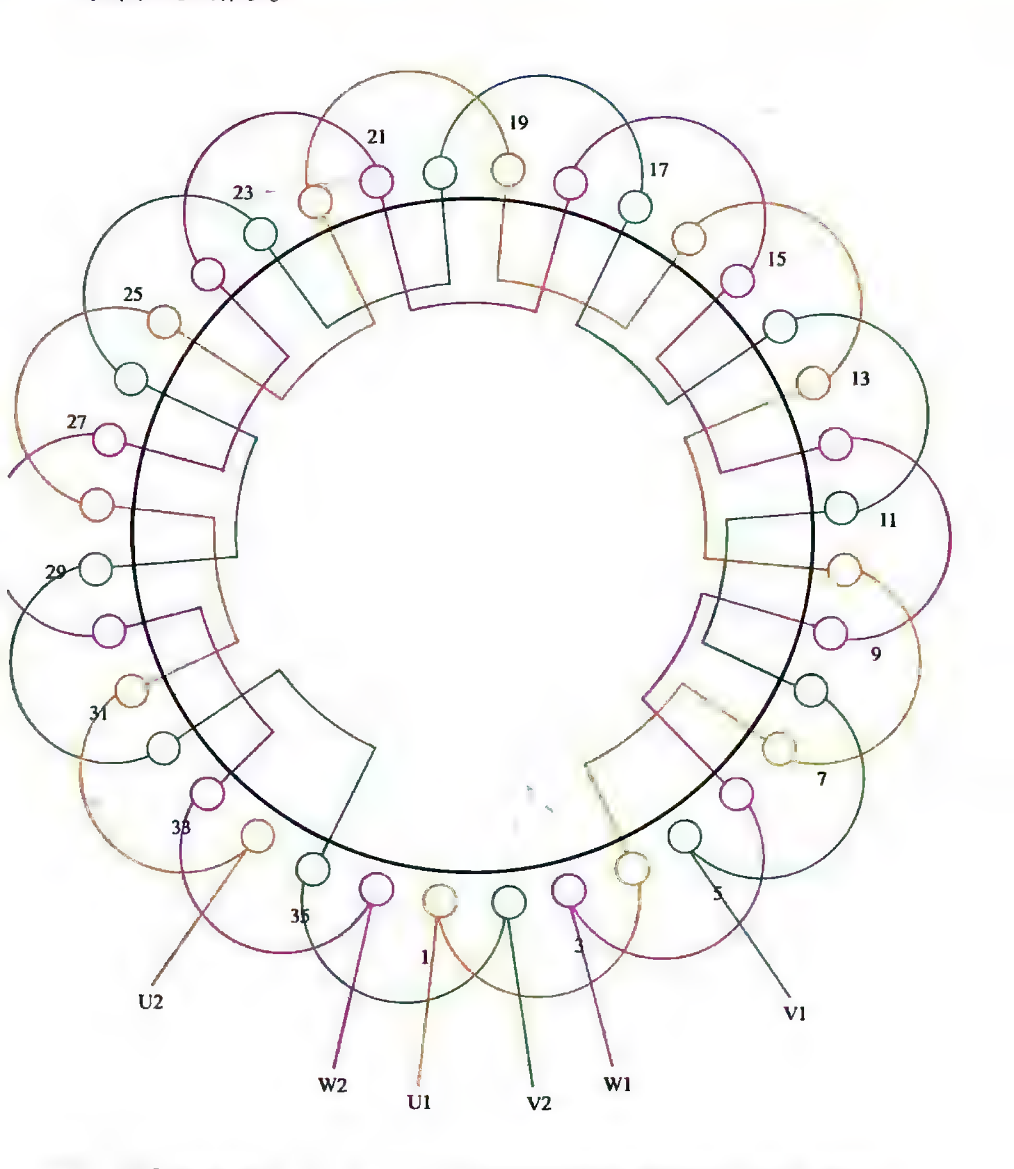


图 4-97　36 槽 12 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

4.6.16 30槽6极（$y=5$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=30$　每组圈数 $S=2、1$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=6$　极相槽数 $q=1\frac{2}{3}$　线圈节距 $y=5$

总线圈数 $Q=30$　绕组极距 $\tau=5$　分布系数 $K_d=0.951$

线圈组数 $u=18$　每槽电角 $\alpha=36°$　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.951$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是分数绕组，线圈组由单、双圈构成，三相 18 个线圈组分布规律是2 1 2 1 2 2 2 2 1。而每相有 6 组线圈，其中 4 个双圈组和 2 个单圈组；并根据同相相邻反极性串联而成。由于线圈组分布特殊，嵌线时要依图进行，勿使嵌错；虽然工艺性略差，但绕组系数较高。此绕组在系列产品中极少应用，仅见于某些厂家老系列的 JO-42-6 电动机。

(3) 绕组嵌线方法

嵌线顺序见表 4-99。

表 4-99　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
槽号	下层	30	29	28	27	26	25		24		23		22		21		20		19		18
	上层							30		29		28		27		26		25		24	
嵌绕次序		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
槽号	下层		17		16		15		14		13		12		11		10		9		8
	上层	23		22		21		20		19		18		17		16		15		14	
嵌绕次序		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1						
	上层	13		12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-98 所示。

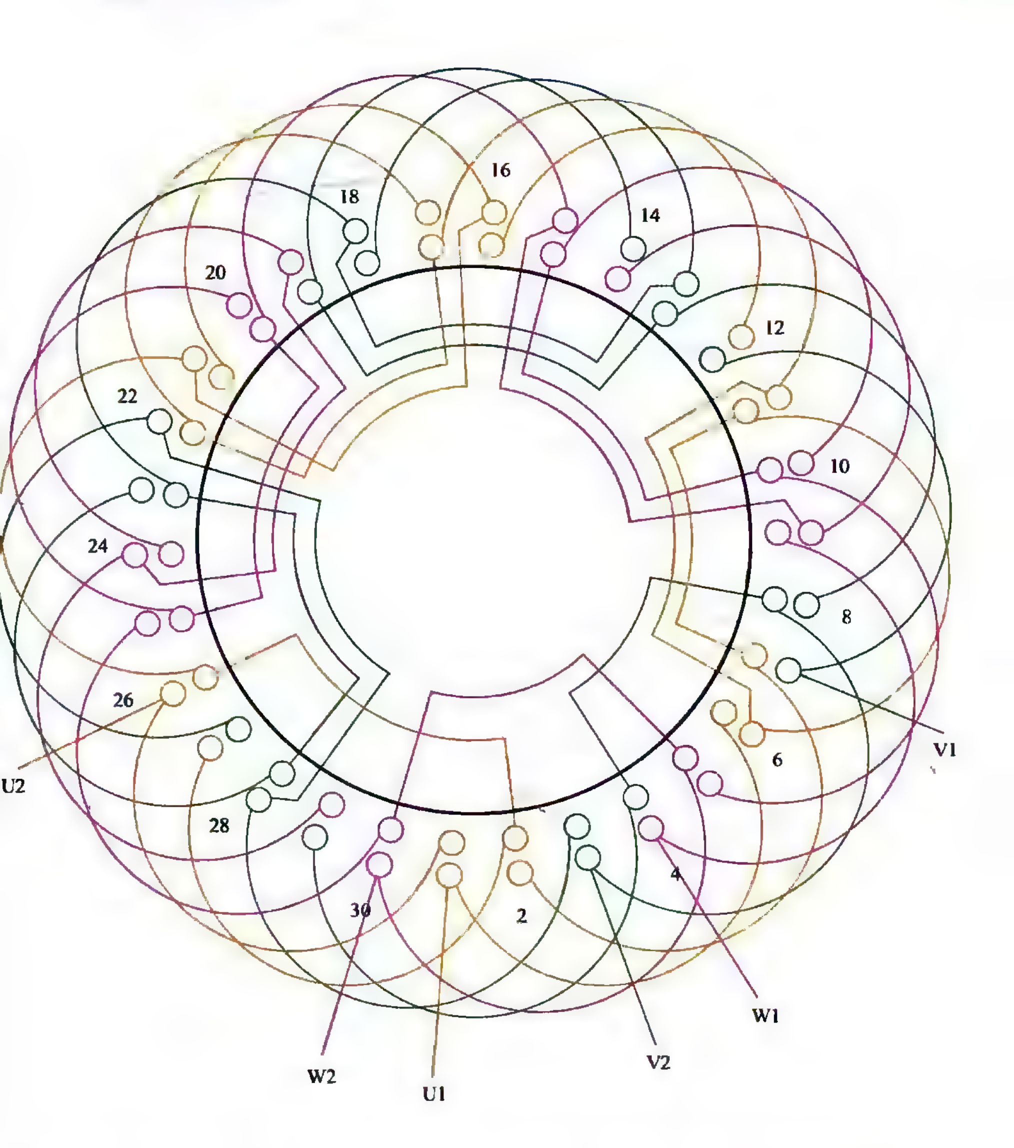


图 4-98　30 槽 6 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.6.17 30 槽 10 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=30$　每组圈数 $S=1$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=10$　极相槽数 $q=1$　线圈节距 $y=3$

总线圈数 $Q=15$　绕组极距 $\tau=3$　绕组系数 $K_{dp}=1$

线圈组数 $u=15$　每槽电角 $\alpha=60^\circ$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用庶极布线，每相绕组由 5 只等距线圈顺接串联构成 10 极，即同相相邻线圈接线为“尾与头”相接。此绕组通常应用于低转速专用发电机，并将三相尾端 U2、V2、W2 接成星点，仅引出三根出线 U1、V1、W1。实际应用有汽车及内燃机的 JF-1114 型永磁交流发电机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线有两种方法，但因 $q=$奇数，整圈嵌线时只能采用分相整嵌使端部形成三平面，一般极少应用。常用交叠法嵌线，即嵌 1 槽，空出 1 槽，再嵌 1 槽……；吊边数仅为 1。嵌线顺序见表 4-100。

表 4-100　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
槽号	沉边	1	29		27		25		23		21		19		17	
	浮边			2		30		28		26		24		22		20
嵌绕次序		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
槽号	沉边	15		13		11		9		7		5		3		
	浮边		18		16		14		12		10		8		6	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-99 所示。

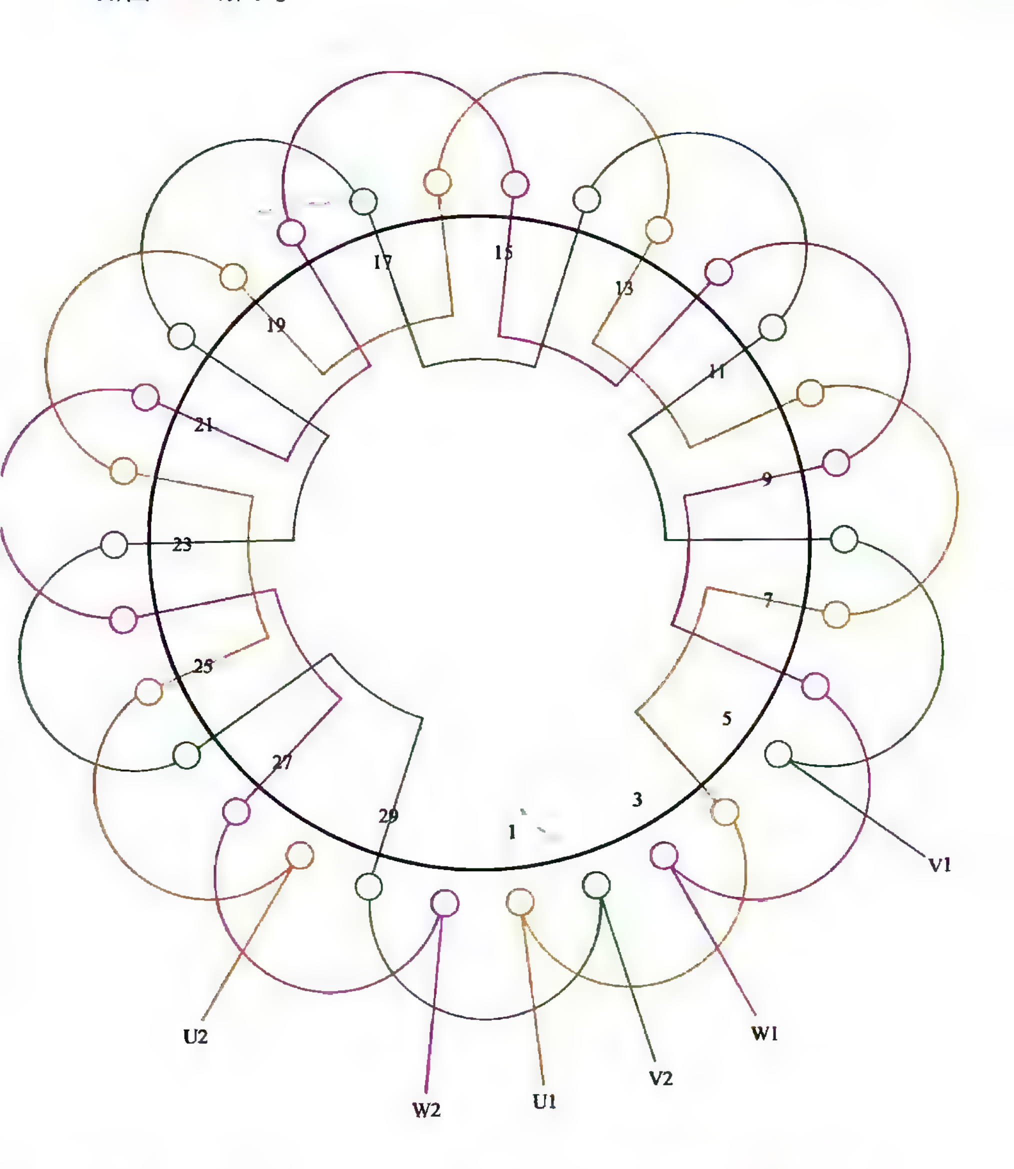


图 4-99　30 槽 10 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

4.6.18 27 槽 6 极（$y=4$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=27$	每组圈数	$S=1、2$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=1\frac{1}{2}$	分布系数	$K_d=0.97$
总线圈数	$Q=27$	绕组极距	$\tau=4\frac{1}{2}$	节距系数	$K_p=0.985$
线圈组数	$u=18$	线圈节距	$y=4$	绕组系数	$K_{dp}=0.955$
每槽电角	$\alpha=40°$	出线根数	$c=6$		

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组每极每相占槽为分数，每组线圈数是 $1\frac{1}{2}$ 而构成分数绕组方案。分组时应将其 1/2 圈归并成两圈（大联组）和单圈（小联组），即绕组分布的循环规律为 2 1 2 1 2 1。所以，每相绕组分别由 6 个大、小联组交替串联；接线仍保持同相相邻组间极性相反。主要应用实例有 JO3-802-6、（原苏联）AOK2-42-6 三相异步电动机及新系列 Y2-711-6 等。

（3）绕组嵌线方法

绕组嵌线顺序见表 4-101。

表 4-101 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	27	26	25	24	23		22		21		20		19		18		17	
	上层						27		26		25		24		23		22		21
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	16		15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层		20		19		18		17		16		15		14		13		12
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
槽号	下层	7		6		5		4		3		2		1					
	上层		11		10		9		8		7		6		5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-100 所示。

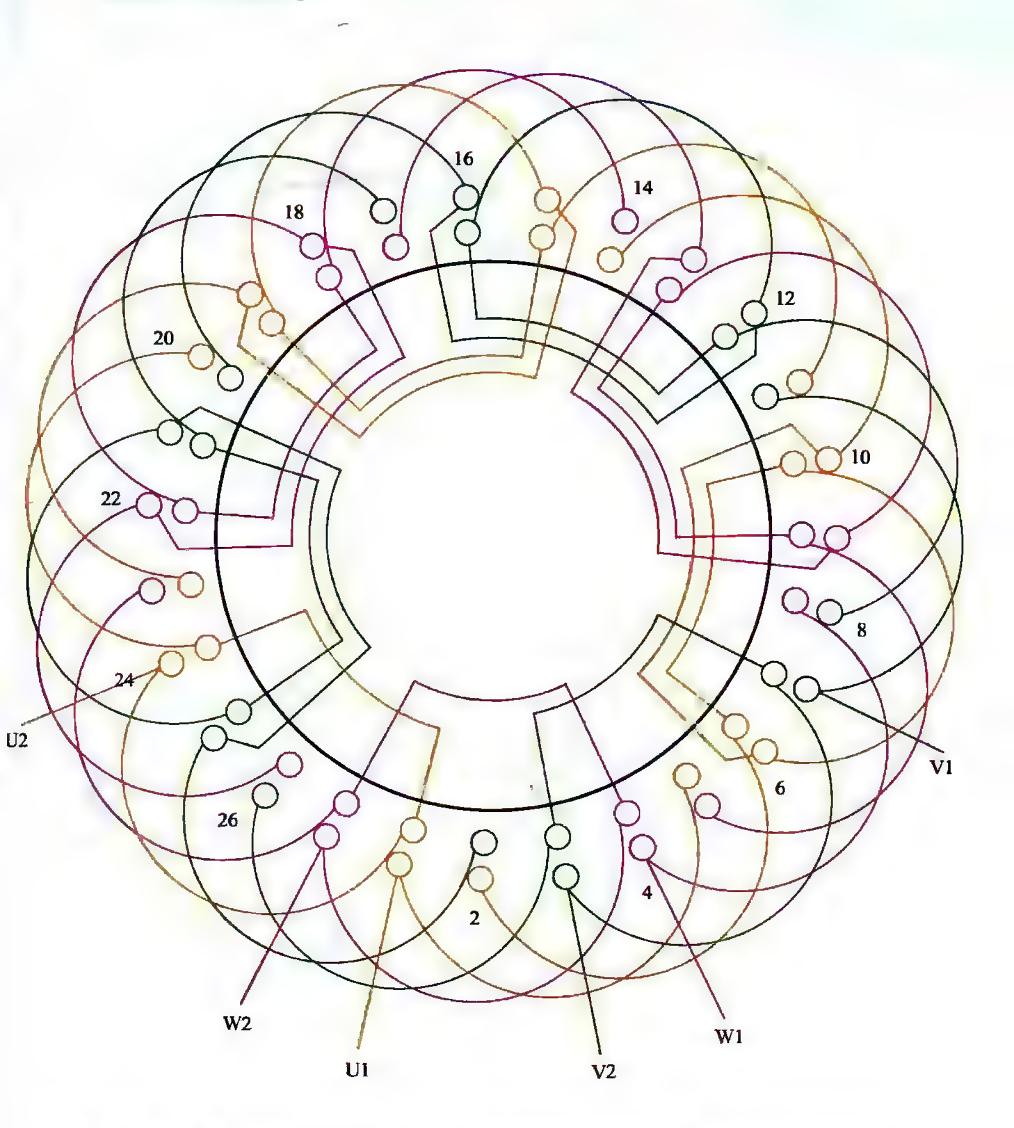


图 4-100　27 槽 6 极（$y=4$、$a=1$）三相电动机（分数）绕组双层叠式布线

4.7 24槽系列电动机绕组端面布接线图

本节收入系列电动机绕组共计 18 例，它是 24 槽全部电动机所有的绕组型式，属于电动机的小容量系列。主要内容是 2 极和 4 极，其中 2 极绕组 9 例（双层 6 例、单层 3 例）；4 极绕组 7 例（双层 2 例、单层 5 例）；还有 6 极和 8 极各 1 例均属单层布线。

4.7.1 24 槽 2 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（超短距）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=24$　　每组圈数 $S=4$　　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　　极相槽数 $q=4$　　线圈节距 $y=7$

总线圈数 $Q=24$　　绕组极距 $\tau=12$　　分布系数 $K_d=0.958$

线圈组数 $u=6$　　每槽电角 $\alpha=15°$　　节距系数 $K_p=0.793$

绕组系数 $K_{dp}=0.76$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组每组有 4 只交叠线圈，每相 2 组线圈反向串联而成。因电动机为 24 槽 2 极，绕组极距 $\tau=12$，每极相槽数 $q=4$，当线圈节距 $y=7$ 时，则 $y=7<\tau-q=8$，它是双叠绕组的特殊形式，又称超短距绕组。通常，此类绕组是用于中大型高速电动机，但本例却实施于台湾产小型管道电泵，其选型用意是注重其运行稳静的低噪性能。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组属双层叠式，故用交叠吊边嵌法，嵌线需吊 7 边。嵌线顺序见表 4-102。

表 4-102　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	4	3	2	1	24	23	22	21		20		19		18		17
	上层									4		3		2		1	
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层		16		15		14		13		12		11		10		9
	上层	24		23		22		21		20		19		18		17	
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		8		7		6		5								
	上层	16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图 4-101 所示。

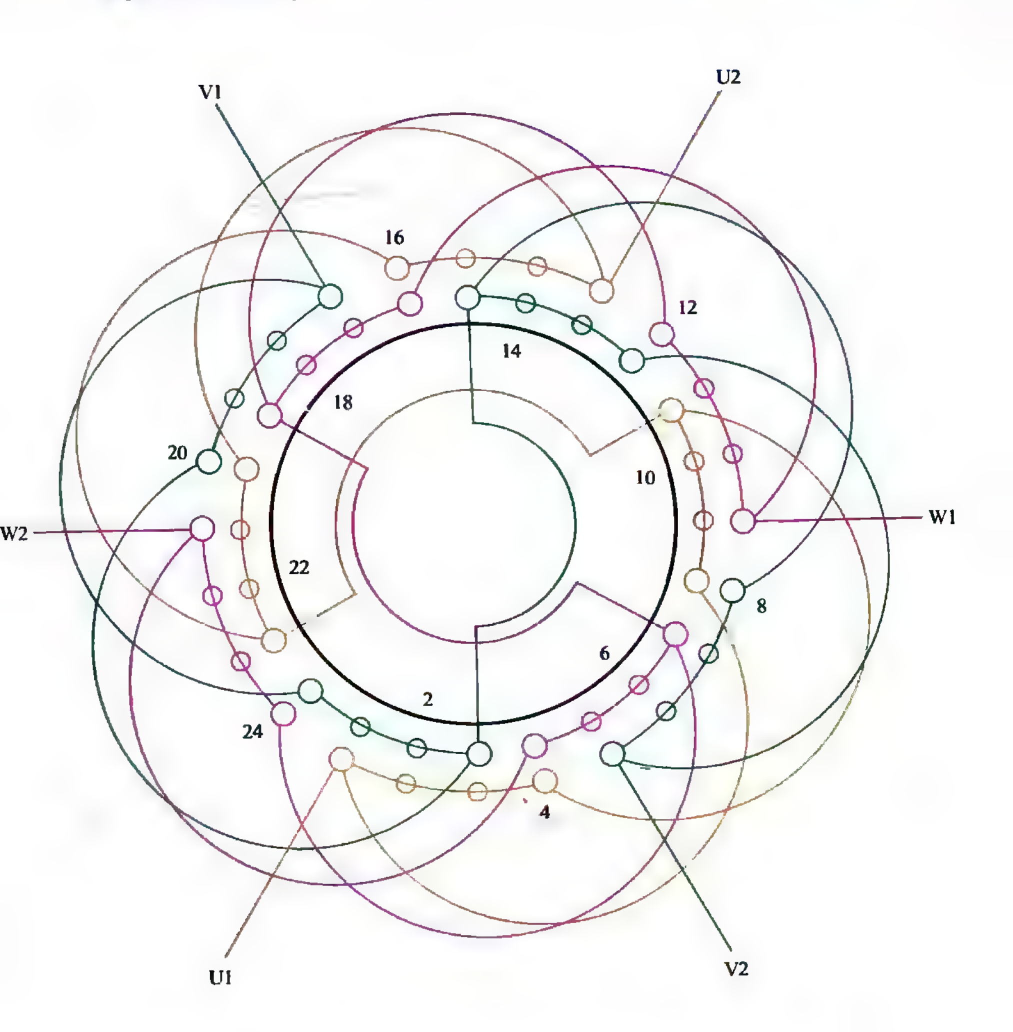


图 4-101　24 槽 2 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式（超短距）布线

4.7.2　24 槽 2 极（y=8、a=1）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=24$	每组圈数	$S=4$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=4$	分布系数	$K_d=0.958$
总线圈数	$Q=24$	绕组极距	$\tau=12$	节距系数	$K_p=0.866$
线圈组数	$u=6$	线圈节距	$y=8$	绕组系数	$K_{dp}=0.83$
每槽电角	$\alpha=15°$	出线根数	$c=6$		

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组属正常节距中最短的一种，极面拓宽到 8 槽，有利于电动机平稳运行，并使嵌线难度减到较小；但绕组系数低，铁芯利用率降低。主要应用实例有三相异步电动机 AO2-32-2、AOC2-32-2等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组用交叠嵌线法，吊边数为 8。嵌线顺序见表 4-103。

表 4-103　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	4	3	2	1	24	23	22	21	20		19		18		17		16		15		14		13	
	上层										4		3		2		1		24		23		22		21
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层	12		11		10		9		8		7		6		5									
	上层		20		19		18		17		16		15		14		13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图 4-102 所示。

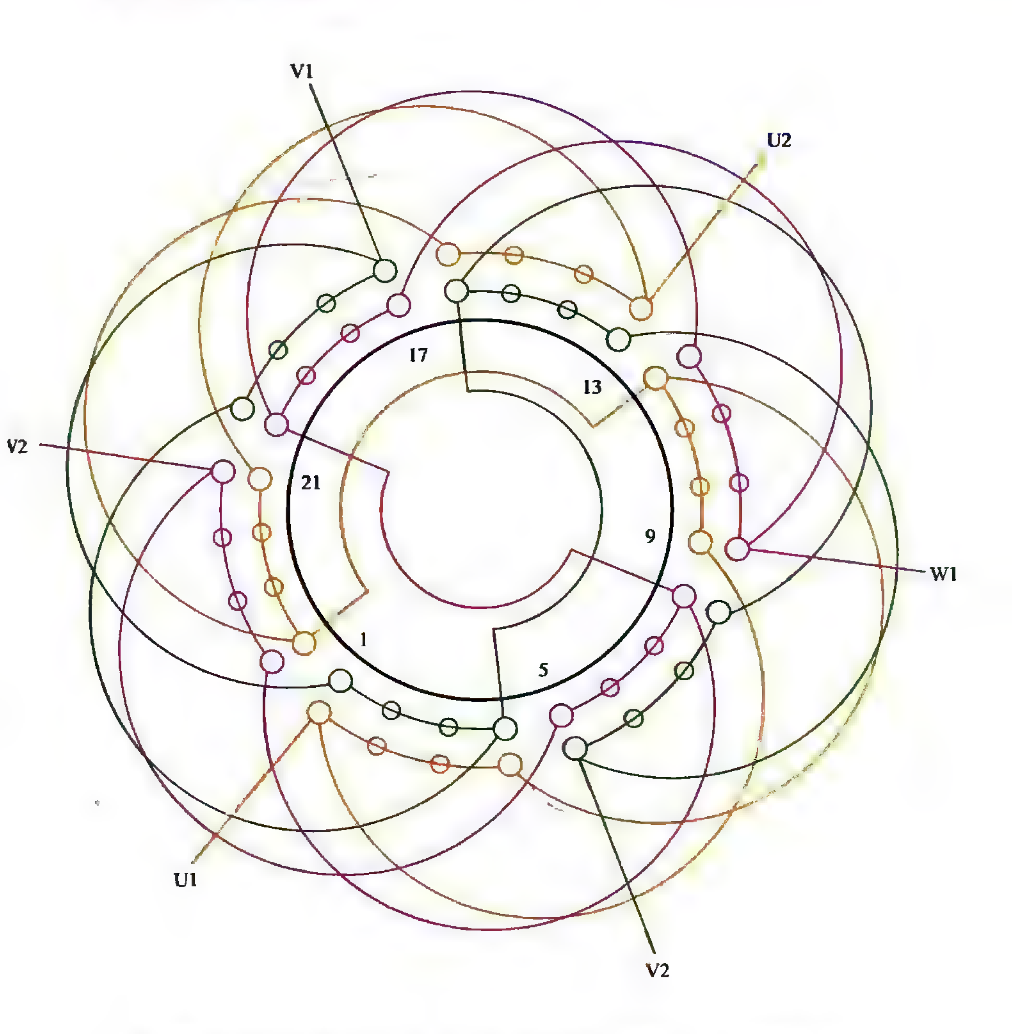


图 4-102　24 槽 2 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.7.3 24 槽 2 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=24$　每组圈数 $S=4$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=4$　分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=12$　节距系数 $K_p=0.924$

线圈组数 $u=6$　线圈节距 $y=9$　绕组系数 $K_{dp}=0.885$

每槽电角 $\alpha=15°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组每相由 2 组组成，每组有 4 只线圈，线圈节距比极距减少 3 槽；每相只有 2 槽是同相线圈，其余均为异相槽。绕组节距较短，使嵌线的相对难度减少。主要应用实例有 JO4-71、J-61 及原苏 AO2-41-2、AO2-41-2-X 等三相异步电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠嵌线法，吊边数为 9。嵌线顺序见表 4-104。

表 4-104　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15		14		13		12		11		10		9		8
	上层											24		23		22		21		20		19		18	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		7		6		5		4		3		2		1										
	上层	17		16		15		14		13		12		11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

（4）绕组端面布接线

如图 4-103 所示。

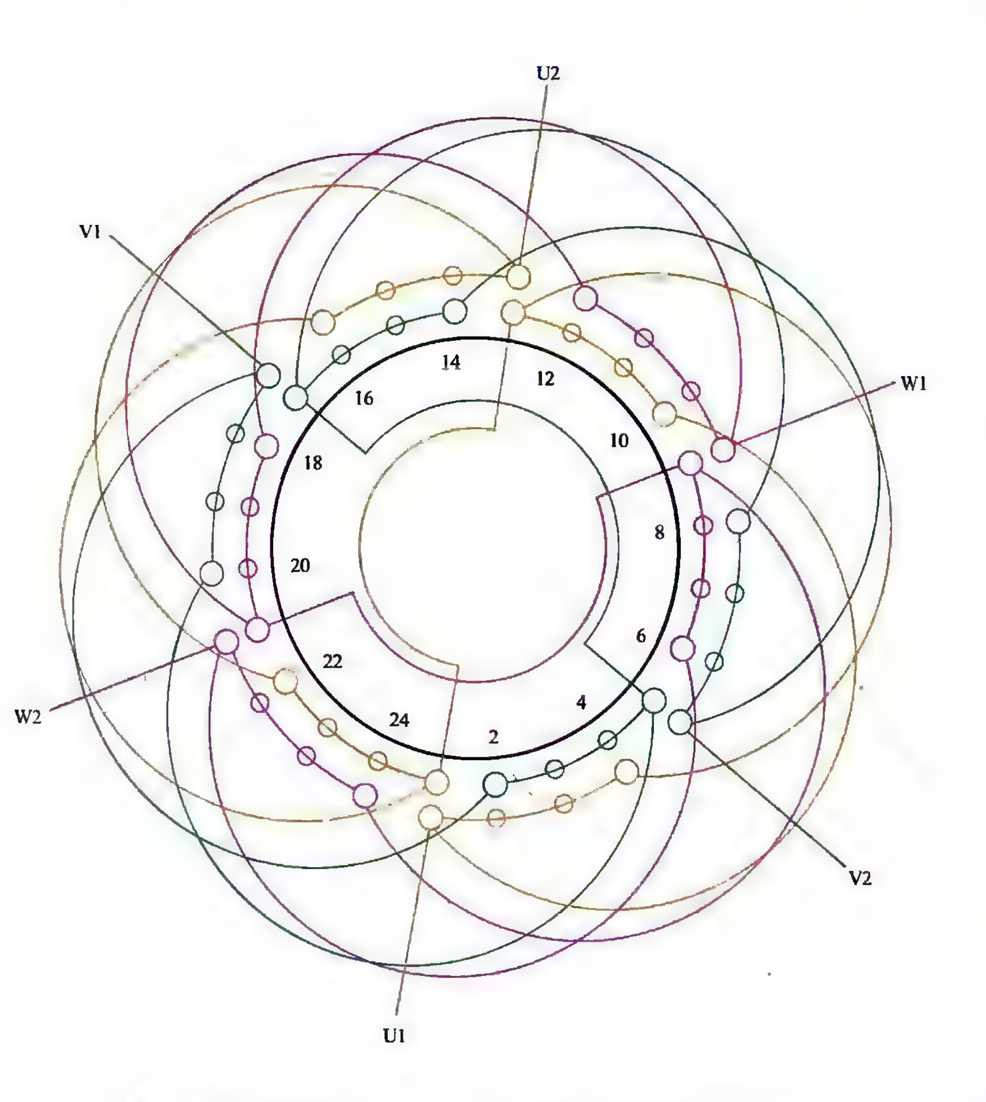


图 4-103　24 槽 2 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.7.4 24槽2极（$y=9$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=24$	电机极数	$2p=2$
总线圈数	$Q=24$	线圈组数	$u=6$
每组圈数	$S=4$	极相槽数	$q=4$
绕组极距	$\tau=12$	线圈节距	$y=9$
并联路数	$a=2$	每槽电角	$\alpha=15°$
分布系数	$K_d=0.958$	节距系数	$K_p=0.924$
绕组系数	$K_{dp}=0.885$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组布线与上例相同，但采用二路并联。每相两组线圈，接线时要确保两组线圈极性相反，应如图所示将每相中同相槽的两个不同极性（即分别为两线圈组的“头”和“尾”）的线头并接后引出。此绕组节距适中，布接线简便，但绕组系数略显偏低。主要应用实例有 JO-63-2、原苏产品 AOC2-51-2 等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 9。嵌线顺序见表 4-105。

表 4-105 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15		14		13		12		11
	上层											24		23		22		21	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层		10		9		8		7		6		5		4		3		2
	上层	20		19		18		17		16		15		14		13		12	
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
槽号	下层		1																
	上层	11		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1						

(4) 绕组端面布接线

如图 4-104 所示。

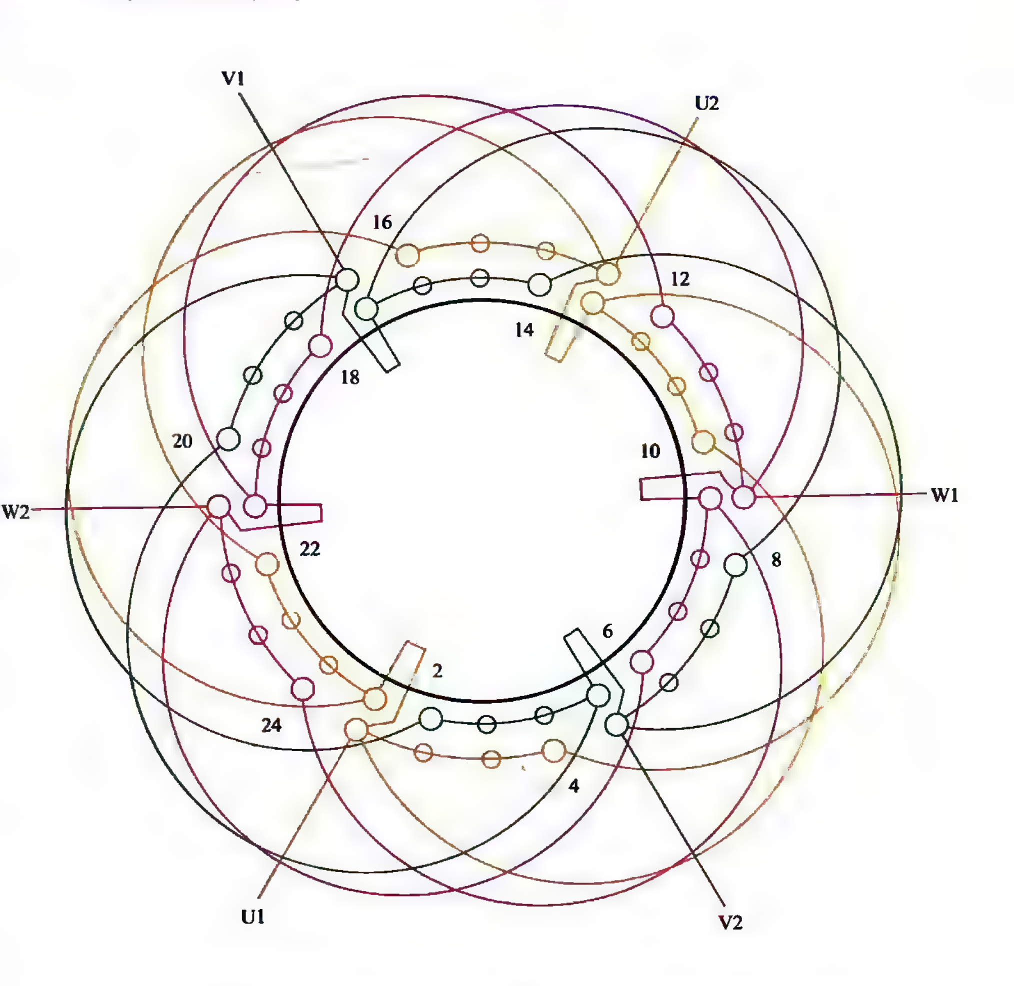


图 4-104　24 槽 2 极（$y=9$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.7.5 24槽2极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=24$	电机极数	$2p=2$
总线圈数	$Q=24$	线圈组数	$u=6$
每组圈数	$S=4$	极相槽数	$q=4$
绕组极距	$\tau=12$	线圈节距	$y=10$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=15°$
分布系数	$K_d=0.958$	节距系数	$K_p=0.966$
绕组系数	$K_{dp}=0.925$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用一路接法，线圈节距较前例增长1槽，每相上下层同相同槽增至4槽，使绕组系数有所提高，但吊边数增加又使嵌线难度稍有增加。主要应用实例有老系列J-52-2及小功率电泵电动机CJB-45等。

(3) 绕组嵌线方法

本例嵌线采用交叠法，吊边数为10。嵌线顺序见表4-106。

表4-106 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14		13		12		11	
	上层												24		23		22		21
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	10		9		8		7		6		5		4		3		2	
	上层		20		19		18		17		16		15		14		13		12
嵌绕次序		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
槽号	下层	1																	
	上层		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1						

(4) 绕组端面布接线

如图 4-105 所示。

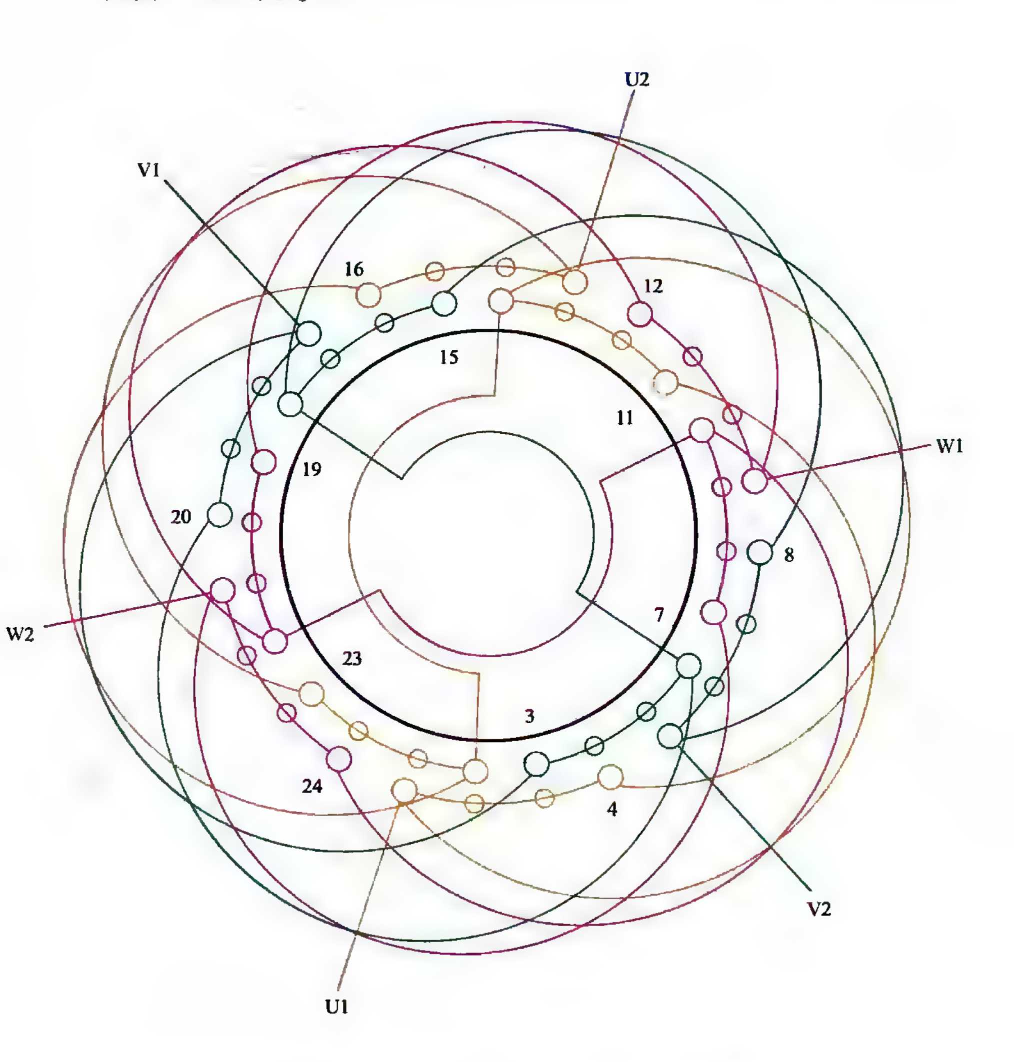


图 4-105　24 槽 2 极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.7.6 24槽2极（y=10、a=2）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=24$ 每组圈数 $S=4$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=4$ 分布系数 $K_d=0.958$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=12$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $y=10$ 绕组系数 $K_{dp}=0.925$

每槽电角 $\alpha=15°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组布线特点与上例相同，但采用二路并联，要求每相两组线圈极性相反，故接线应使同相两组线圈的首、尾并接。此绕组应用较少，仅见于国产三相异步电动机 JO3-160S-2TH 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为 10。嵌线顺序见表 4-107。

表 4-107 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	4	3	2	1	24	23	22	21	20	19	18		17		16	
	上层												4		3		2
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层	15		14		13		12		11		10		9		8	
	上层		1		24		23		22		21		20		19		18
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层	7		6		5											
	上层		17		16		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5

(4) 绕组端面布接线

如图 4-106 所示。

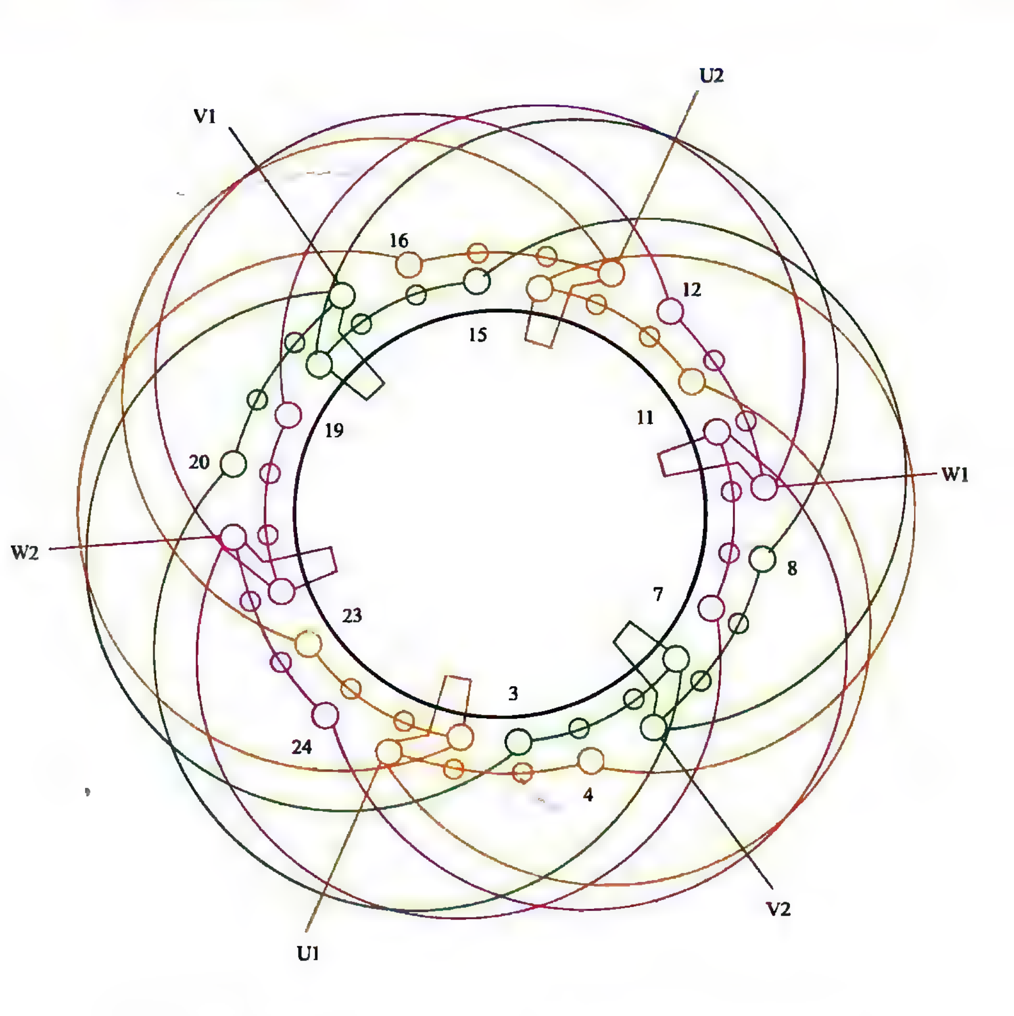


图 4-106　24 槽 2 极（$y=10$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.7.7 24槽2极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=24$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=1$
电机极数 $2p=2$　极相槽数 $q=4$　线圈节距 $y=10$
总线圈数 $Q=12$　绕组极距 $\tau=12$　绕组系数 $K_{dp}=0.958$
线圈组数 $u=6$　每槽电角 $\alpha=15°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例为显极式布线，线圈组由两只单层等距交叠线圈组成，并由两组线圈构成一相；同相两组是“尾与尾”相接，从而使两组线圈极性相反。本绕组是单叠绕组，应用于老式的小功率电机的布线型式。主要应用有 J31-2、JW11-2 等产品；也可将相尾 U2、V2、W2 接成星点，引出三根引线，应用于 JCB-22 三相油泵电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组可采用两种嵌线方法，但交叠嵌线比较普遍。

① 交叠法　嵌线吊边数为 4。嵌线顺序见表 4-108 (a)。

表 4-108 (a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	沉边	2	1	22	21	18		17		14		13	
	浮边						4		3		24		23
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	10		9		6		5					
	浮边		20		19		16		15	12	11	8	7

② 整嵌法　嵌线无需吊边，但绕组端部形成三平面重叠。嵌线顺序见表 4-108 (b)。

表 4-108 (b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下平面	1	11	2	12	13	23	14	24				
	中平面									21	7	22	8
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	中平面	9	19	10	20								
	上平面					5	15	6	16	17	3	18	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-107 所示。

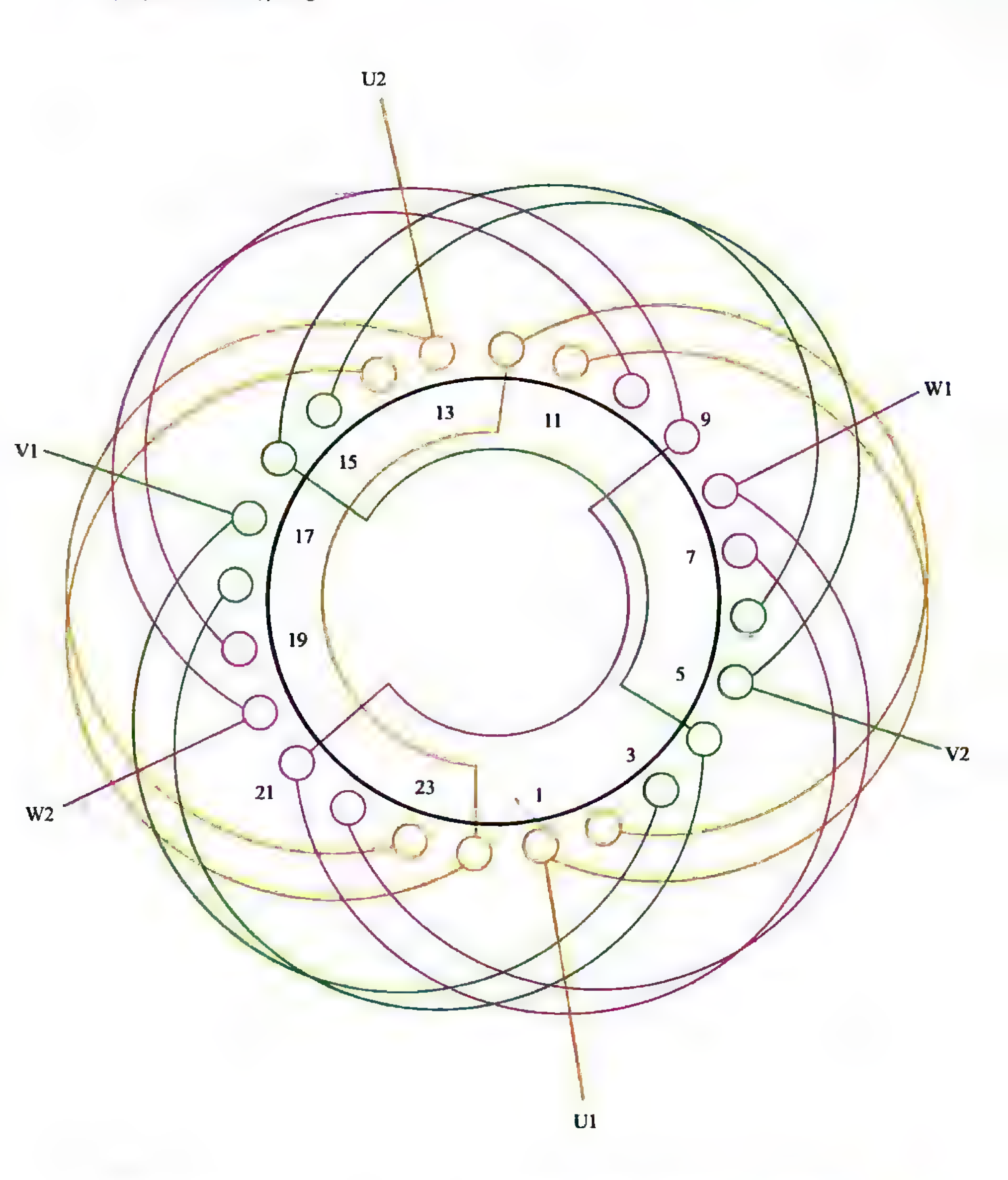


图 4-107　24 槽 2 极（$y=10$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式布线

4.7.8　24 槽 2 极（$S=2$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=24$	每组圈数	$S=2$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=4$	线圈节距	$y=11$、9
总线圈数	$Q=12$	绕组极距	$\tau=12$	绕组系数	$K_{dp}=0.958$
线圈组数	$u=6$	每槽电角	$\alpha=15°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例为 2 极电机常用绕组布接线方案，绕组采用显极布线，一路串联接法，每相组间接法是反向串联，即“尾与尾”相接。此绕组在小型 2 极电动机中应用很多，如一般用途电动机的 Y100L-2、老系列的 JO2-32-2、JO2L-51-2 等采用；直流电弧焊接机 AX-165（AB-165）、AX3-300-2、AR-300 的拖动用三相交流异步电动机等都采用。另外，将星点接在内部，引出三根引线则应用于 QX 系列污水泵电动机以及 BJO2-31-2 等隔爆型异步电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可采用交叠法或整嵌法，整嵌法可参考下例；交叠法嵌线可使绕组端部整齐美观，但嵌线需吊 4 边，嵌线要点是嵌两槽、隔空两槽再嵌两槽，嵌线顺序见表 4-109。

表 4-109　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	2	1	22	21	18		17		14		13		10		9		6		5					
	浮边						3		4		23		24		19		20		15		16	12	11	8	7

(4) 绕组端面布接线

如图 4-108 所示。

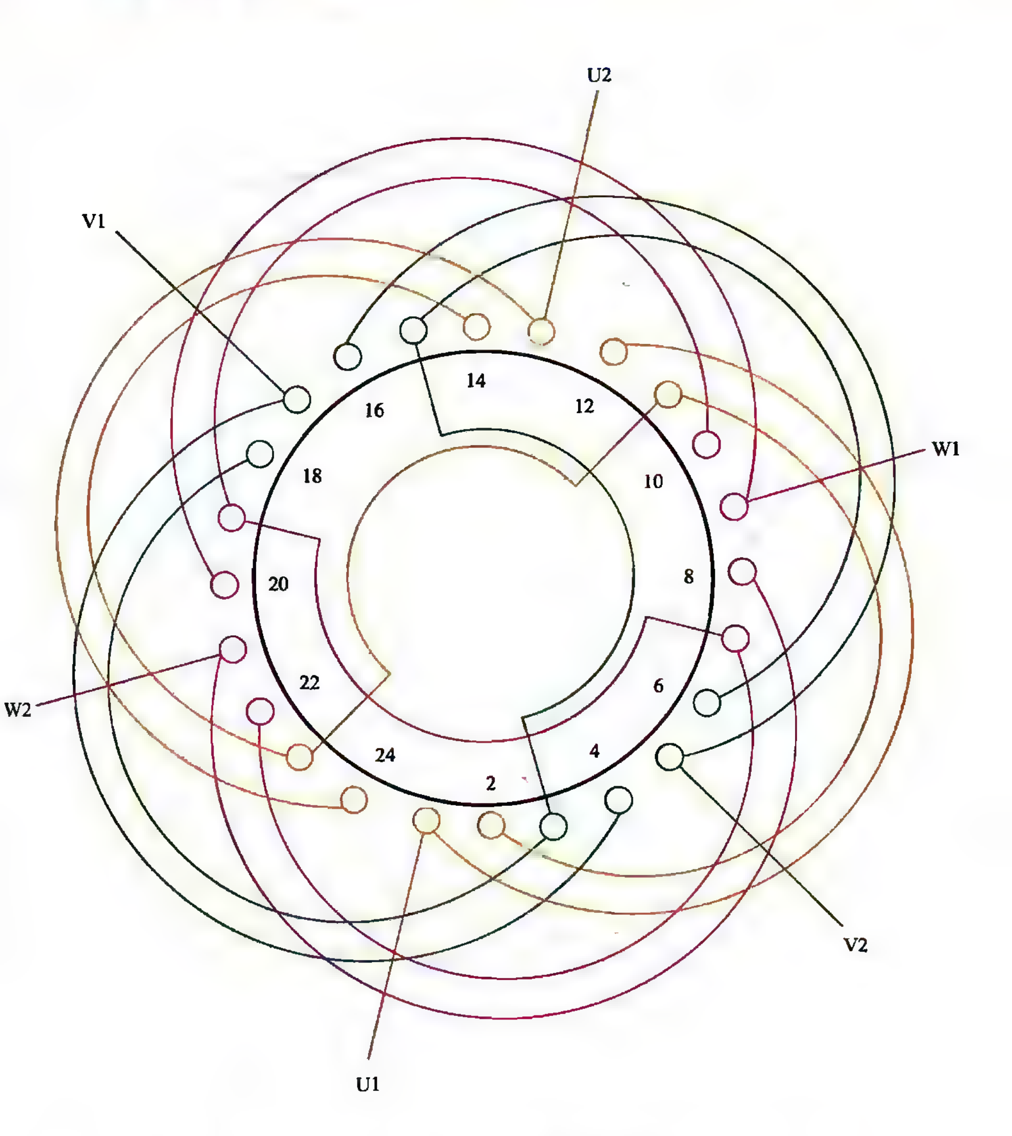


图 4-108　24 槽 2 极（$S=2$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式布线

4.7.9 24槽2极（$S=2$、$a=2$）三相电动机绕组单层同心式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=24$　　电机极数 $2p=2$

总线圈数 $Q=24$　　线圈组数 $u=6$

每组圈数 $S=2$　　极相槽数 $q=4$

绕组极距 $\tau=12$　　线圈节距 $y=11$、9

并联路数 $a=2$　　每槽电角 $\alpha=15°$

分布系数 $K_d=0.958$　　节距系数 $K_p=1.0$

绕组系数 $K_{dp}=0.958$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本绕组布线与上例相同，均是显极布线，但本例采用二路并联，每相仅两组线圈，故每一支路仅 1 组线圈，两支路在同一极距内并接，使两组线圈电流相反（即反极性）。本绕组实际应用也较多，如隔爆型异步电动机 BJO2-52-2、油浸式农业排灌用三相潜水电泵电动机 QY-40A 及充水式潜水泵的电动机等。

（3）绕组嵌线方法

绕组嵌线可用两种方法，交叠法嵌线顺序可参考上例。本例介绍整嵌方法，它是将线圈逐相整嵌，嵌好一相后垫好端部绝缘，再将另一相嵌入相应槽内；完成后再嵌入第 3 相，使三相端部形成三平面结构。用整嵌法不用吊边，故对小内腔的 2 极电动机嵌线时也常被选用。嵌线顺序见表 4-110。

表 4-110　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	2	11	1	12	14	23	13	24										
	中平面									10	19	9	20	22	7	21	8		
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26										
槽号	上平面	18	3	17	4	6	15	5	16										

(4) 绕组端面布接线

如图 4-109 所示。

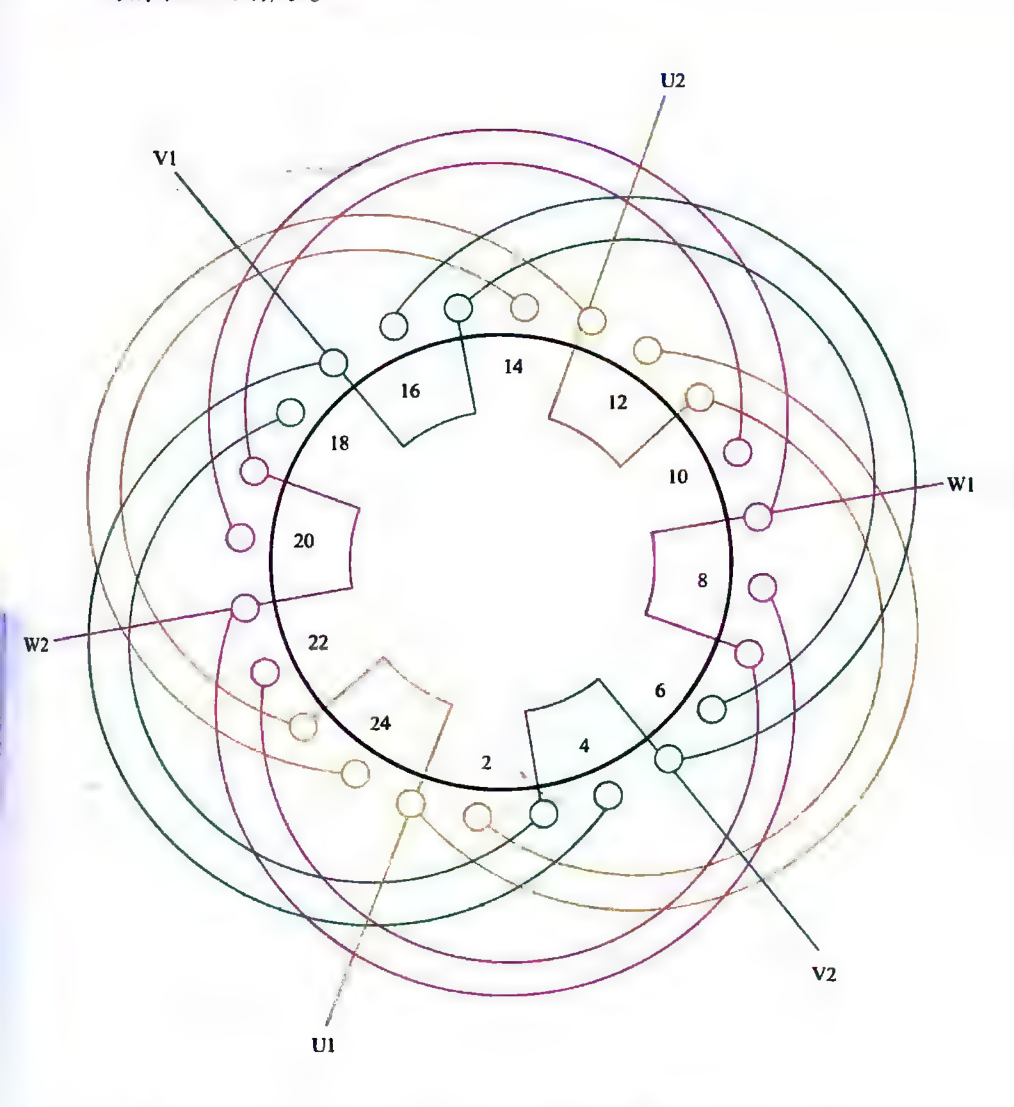


图 4-109 24 槽 2 极（$S=2$、$a=2$）三相电动机绕组单层同心式布线

4.7.10 24 槽 4 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=24$　每组圈数 $S=2$　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=4$　极相槽数 $q=2$　分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=24$　绕组极距 $\tau=6$　节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=12$　线圈节距 $y=5$　绕组系数 $K_{dp}=0.933$

每槽电角 $\alpha=30°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例为节距缩短 1 槽的短距绕组。每相由 4 个双联线圈组构成，采用一路串联，故同相相邻线圈组间极性要相反，即接线时组间要求“尾与尾”或“头与头”相接。此绕组是双层叠绕 4 极绕组最常用布接线的基本型式。主要应用实例有三相异步电动机 JO-21-4 的定子绕组、YR-132M1 的转子绕组等。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，需吊边 5 个，嵌线顺序见表 4-111。

表 4-111　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	24	23	22	21	20	19		18		17		16		15		14		13		12		11		10
	上层							24		23		22		21		20		19		18		17		16	
嵌绕次序		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		9		8		7		6		5		4		3		2		1						
	上层	15		14		13		12		11		10		9		8		7		6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-110 所示。

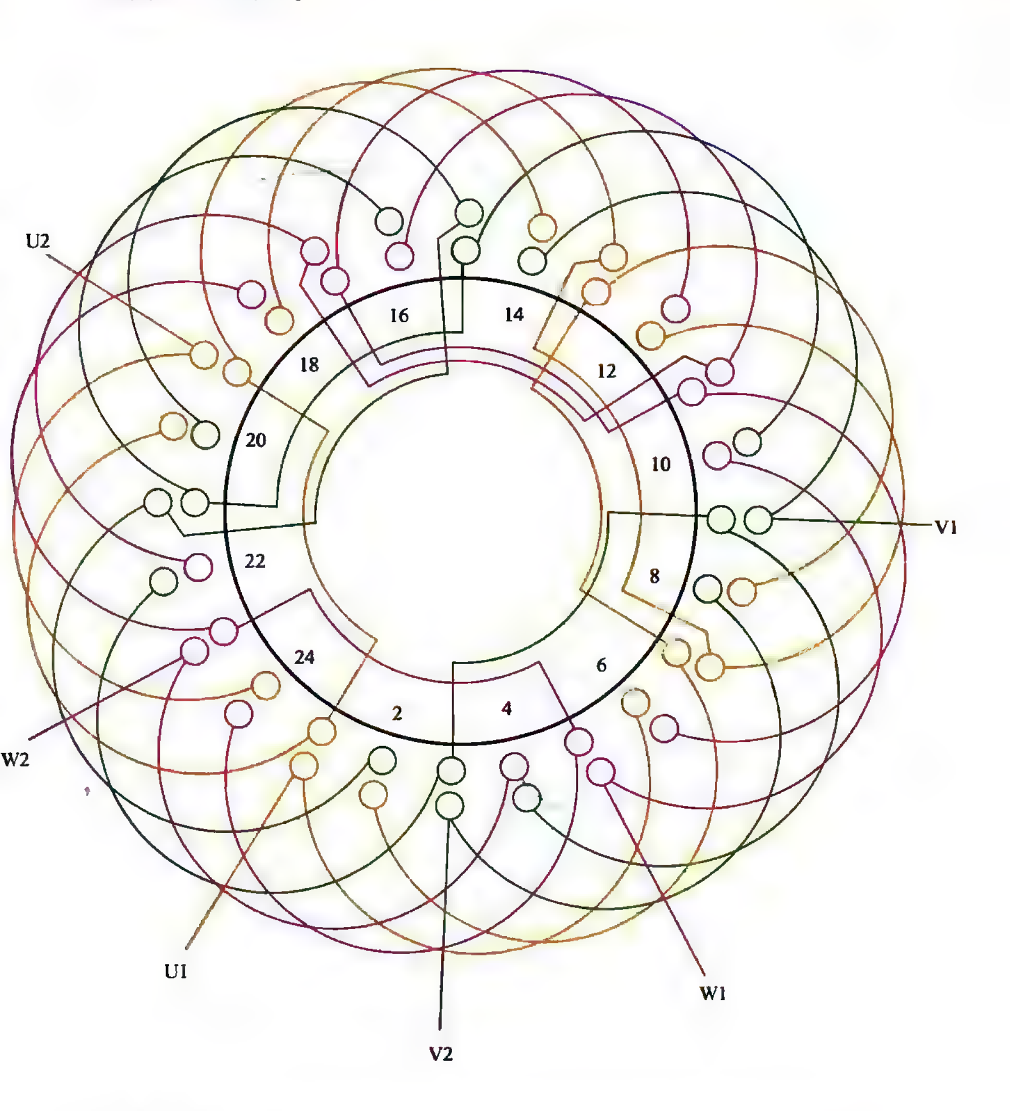


图 4-110　24 槽 4 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.7.11 24槽4极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=24$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=2$

电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=2$ 分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=24$ 绕组极距 $\tau=6$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=12$ 线圈节距 $y=5$ 绕组系数 $K_{dp}=0.933$

每槽电角 $\alpha=30°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组布线同上例，但接线为二路并联，并采用反向走线短跳连接，即进线后分左、右两路接线，每路由两组线圈反极性串联而成，但必须保持同相相邻线圈极性相反的原则。此绕组主要应用于转子，实例有三相绕线型电动机YR-160L-4的转子绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法嵌线，吊边数为5。嵌线顺序见表4-112。

表4-112 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下层	2	1	24	23	22	21		20		19		18		17		16
	上层							2		1		24		23		22	
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
槽号	下层		15		14		13		12		11		10		9		8
	上层	21		20		19		18		17		16		15		14	
嵌绕次序		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
槽号	下层		7		6		5		4		3						
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3

(4) 绕组端面布接线

如图 4-111 所示。

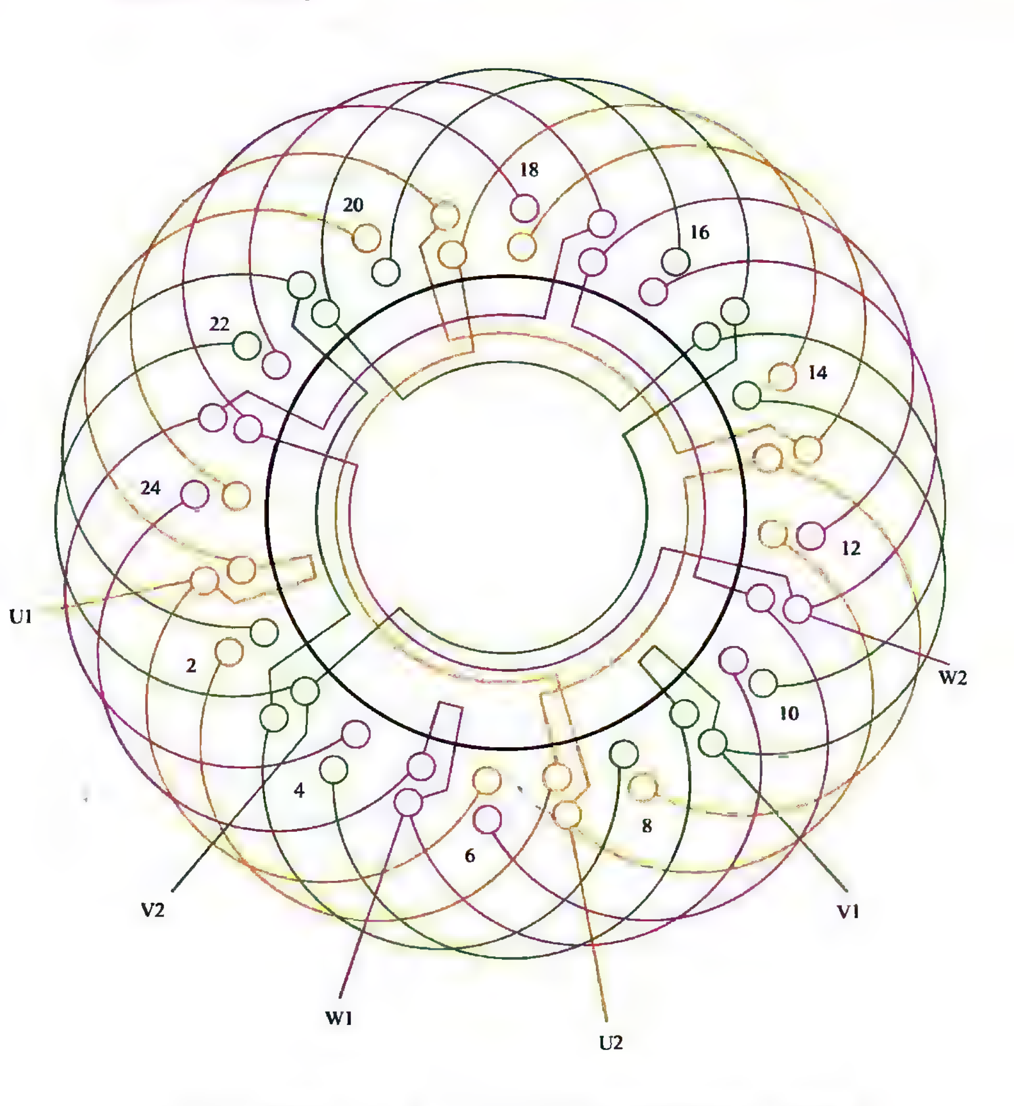


图 4-111　24 槽 4 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.7.12 24 槽 4 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=24$	电机极数	$2p=4$
总线圈数	$Q=12$	线圈组数	$u=6$
每组圈数	$S=2$	极相槽数	$q=2$
绕组极距	$\tau=6$	线圈节距	$y=6$
并联路数	$a=1$	每槽电角	$\alpha=30°$
分布系数	$K_d=0.966$	节距系数	$K_p=1.0$
绕组系数	$K_{dp}=0.966$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例采用庶极布线，每组由交叠双圈组成，每相仅 2 组线圈对称分布，并按同极性串联形成 4 极。此绕组在常规系列中没有实例，仅见用于 24 槽 4 极的通风机电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组可有两种嵌线方法。

① 交叠法　其嵌线规律是先嵌 2 槽，后退空出 2 槽，再嵌 2 槽……。但嵌线需吊起 2 边。嵌线顺序见表 4-113（a）。

表 4-113（a）交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	沉边	22	21	18		17		14		13		10	
	浮边				24		23		20		19		16
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	9		6		5		2		1			
	浮边		15		12		11		8		7	4	3

② 整嵌法　隔组整嵌，无需吊边，最后形成双平面端部。嵌线顺序见表 4-113（b）。

表 4-113（b）整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
下平面槽号	2	8	1	7	18	24	17	23	10	16	9	15
嵌绕次序	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
上平面槽号	22	4	21	3	14	20	13	19	6	12	5	11

(4) 绕组端面布接线

如图 4-112 所示。

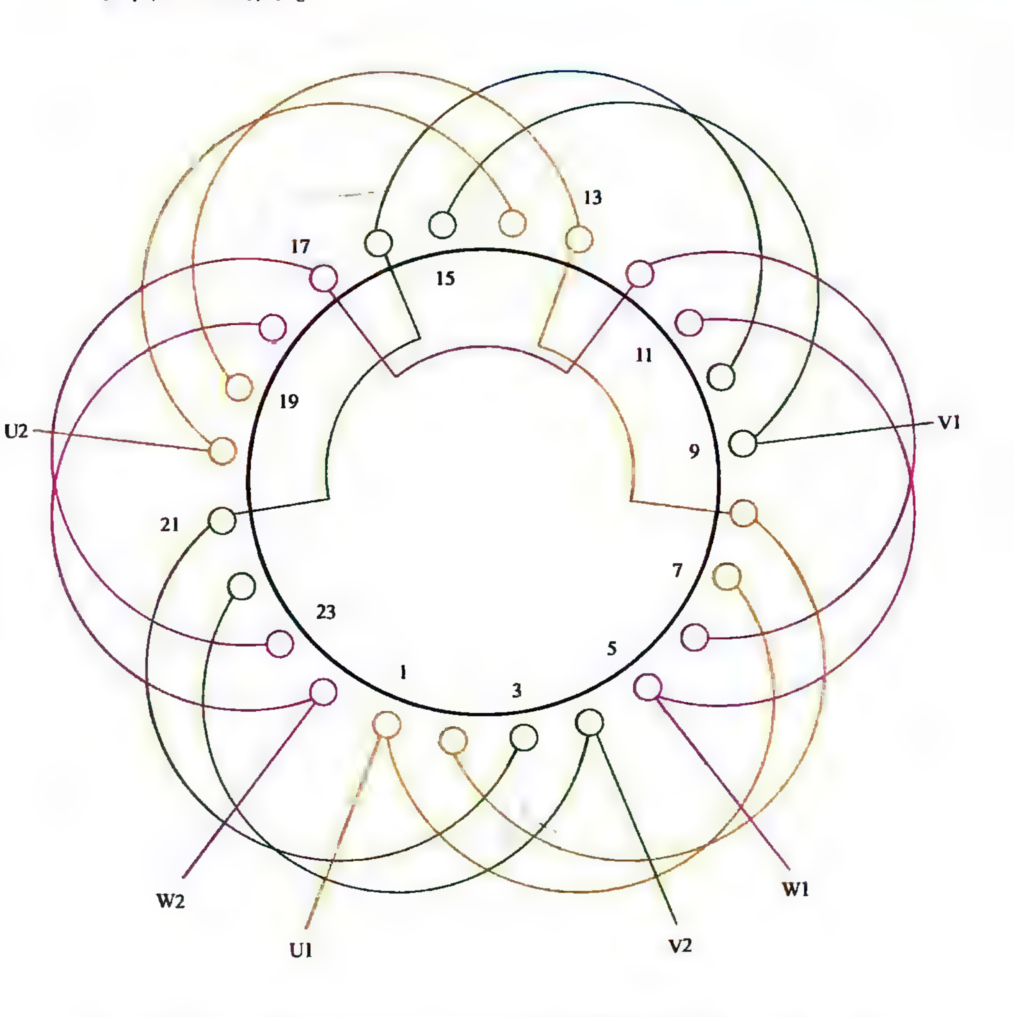


图 4-112 24 槽 4 极（$y=6$、$a=1$）三相电动机绕组单层叠式（庶极）布线

4.7.13 24 槽 4 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=24$ 每组圈数 $S=1$ 并联路数 $a=1$
电机极数 $2p=4$ 极相槽数 $q=2$ 线圈节距 $y=5$
总线圈数 $Q=12$ 绕组极距 $\tau=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.966$
线圈组数 $u=12$ 每槽电角 $\alpha=30°$ 出线根数 $c=6$

（2）绕组布接特点及应用举例

本例是 4 极电机常用的布线型式之一，无论是一般用途电动机或专用电动机都较多地采用。例如老型号的 JO2-21-4 及新系列的 Y801-4、Y90S-4 等小功率一般用途电动机；G3C-2、FAL-8600、OJF4-400、600JA12-4、JF-400 等排风扇电动机以及 JOF31-4600 轴流通风机等专用电机都有应用。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可用交叠法或整嵌法。

① 交叠法 交叠法嵌线吊 2 边，嵌入 1 槽空出 1 槽，再嵌 1 槽，再空出 1 槽，按此规律将全部线圈嵌完。嵌线顺序见表 4-114（a）。

表 4-114（a） 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	1	23	21		19		17		15		13		11		9		7		5		3			
	浮边				2		24		22		20		18		16		14		12		10		8	6	4

② 整嵌法 因是显极绕组，采用整嵌将构成三平面绕组，操作时采用分相整嵌，将一相线圈嵌入相应槽内，垫好绝缘再嵌第 2 相、第 3 相。嵌线顺序见表 4-114（b）。

表 4-114（b） 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下平面	19	24	13	18	7	12	1	6								
	中平面									23	4	17	22	11	16	5	10
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24								
槽号	上平面	3	8	21	2	15	20	9	14								

(4) 绕组端面布接线

如图 4-114 所示。

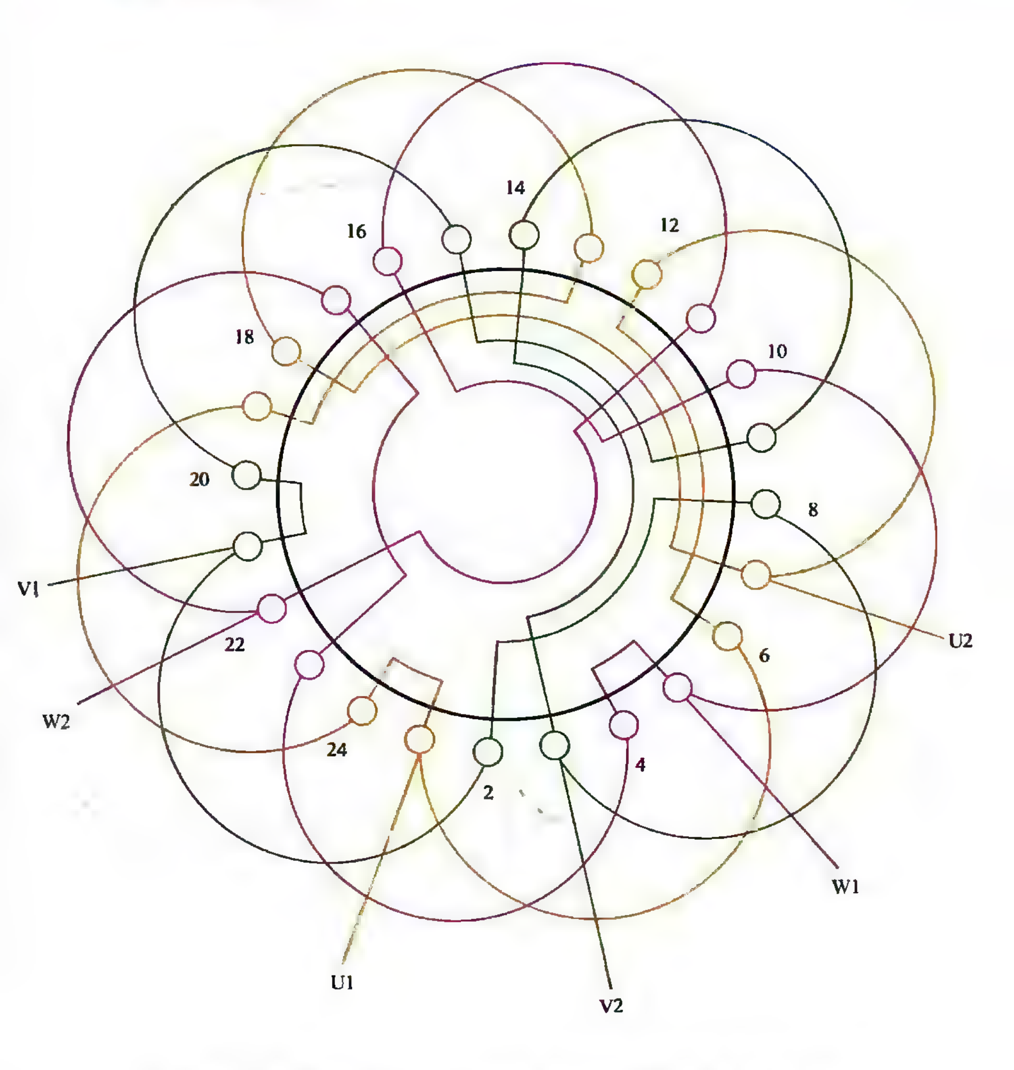


图 4-114 24 槽 4 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组单层链式布线

4.7.14　24槽4极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组单层链式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=24$　　电机极数　$2p=4$

总线圈数　$Q=12$　　线圈组数　$u=12$

每组圈数　$S=1$　　极相槽数　$q=2$

绕组极距　$\tau=6$　　线圈节距　$y=5$

并联路数　$a=2$　　每槽电角　$\alpha=30°$

分布系数　$K_d=0.966$　　节距系数　$K_p=1.0$

绕组系数　$K_{dp}=0.966$　　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组属显极布线，每组为单圈，即每相4极就有4只线圈，采用二路并联，每一支路2只线圈为一正一反连接串联；接线时在进线后分左右二路走线，最后将两路“尾”线并接出本相尾端。此绕组属常用型式，在系列中属功率较小的电机，所以更常见的是上例的一路并联，二路并联则多见于小容量的专用电机。本例取自电动机实修。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组可用两种方法嵌线，其中交叠法嵌线能使定子端部喇叭口规整、美观；但嵌线时需吊边2槽。而整嵌法无需吊边，但最后要使端部形成三平面结构。下面是整嵌法的嵌线顺序，见表4-115。

表 4-115　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
槽号	下平面	19	24	13	18	7	12	1	6								
	中平面									23	4	17	22	11	16	5	10
嵌绕次序		17	18	19	20	21	22	23	24								
槽号	上平面	3	8	21	2	15	20	9	14								

(4) 绕组端面布接线

如图 4-114 所示。

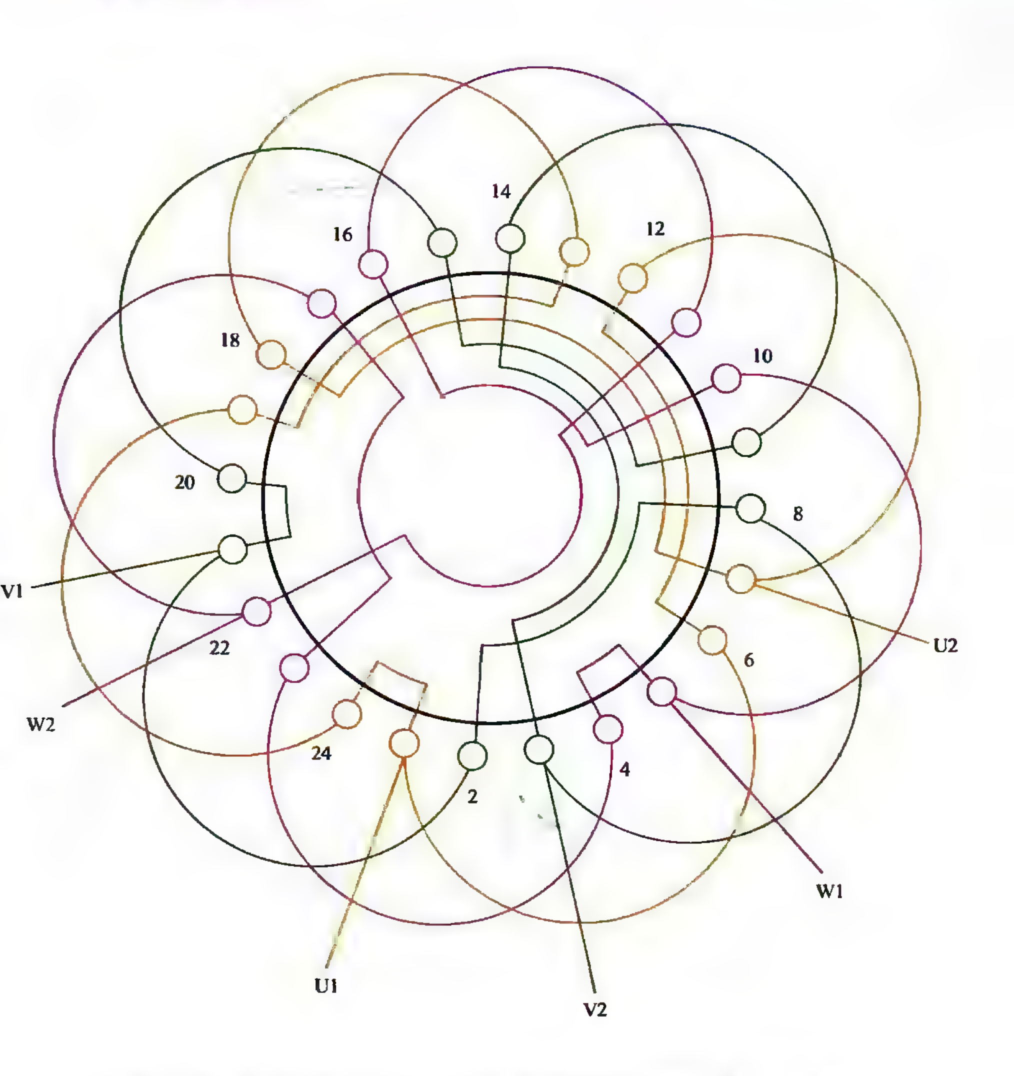


图 4-114　24 槽 4 极（$y=5$、$a=2$）三相电动机绕组单层链式布线

4.7.15　24 槽 4 极（$S=2$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=24$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$
电机极数　$2p=4$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$y=7.5$
总线圈数　$Q=12$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$
线圈组数　$u=6$　每槽电角　$\alpha=30°$　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用庶极布线，每相由两组线圈组成，每组由同心双圈顺串而成；组间是“尾与头”相接，使两组线圈极性相同。此绕组线圈数少，嵌接线较方便，在国外产品中多有应用，如原苏产品 A31/4 型、A032/4 型、AOЛ2-21-4 型等三相异步电动机，国产型号有 AO2-7124 小功率三相异步电动机都采用本例绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本组绕组嵌线可采用两种方法。

① 交叠法　交叠嵌线是先嵌沉边，吊边 2 个，从第 3 只线圈起嵌入沉边后可相继把浮边嵌入。嵌线顺序见表 4-116 (a)。

表 4-116 (a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	2	1	22		21		18		17		14		13		10		9		6		5			
	浮边				3		4		23		24		19		20		15		16		11		12	8	7

② 整嵌法　整圈嵌线是隔组嵌入，使 1、3、5 组端部处于同一平面，而 2、4、6 组则为另一平面并处其上层；每组嵌线则先嵌小线圈再嵌大线圈。嵌线顺序见表 4-116 (b)。

表 4-116 (b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	底层	2	7	1	8	18	23	17	24	10	15	9	16												
	面层													6	11	5	12	22	3	21	4	11	19	13	20

(4) 绕组端面布接线

如图 4-115 所示。

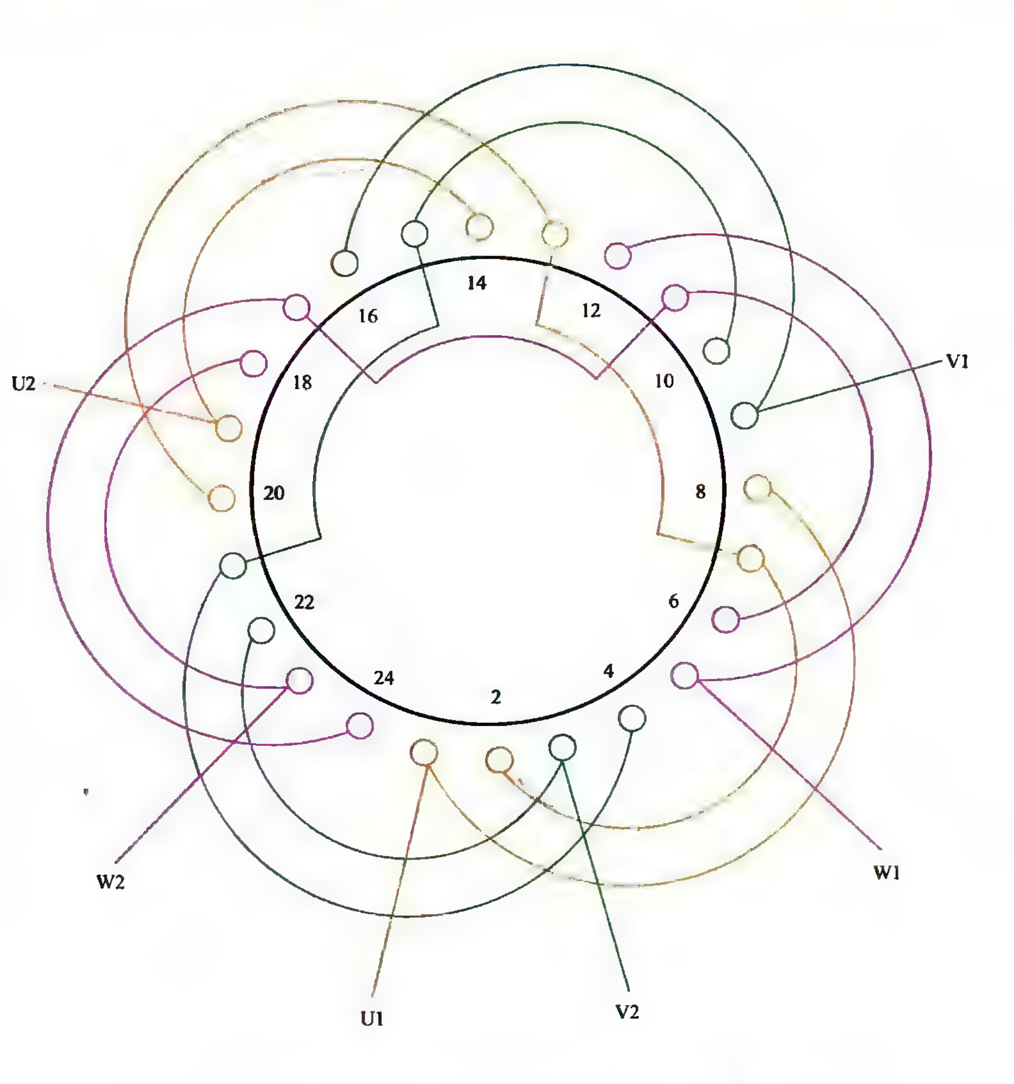


图 4-115　24 槽 4 极（$S=2$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.7.16 24槽4极（$S=2$、$a=2$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=24$　　电机极数 $2p=4$

总线圈数 $Q=12$　　线圈组数 $u=6$

每组圈数 $S=2$　　极相槽数 $q=2$

绕组极距 $\tau=6$　　线圈节距 $y=7.5$

并联路数 $a=2$　　每槽电角 $\alpha=30°$

绕组系数 $K_{dp}=0.966$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是庶极布线，每组由同心双圈组成，每相只有两组线圈，因是二路并联且为庶极，故应将两组线圈进行同极性并接，即并联时将“头与头”相接，“尾与尾”相接，从而确保两组线圈的电流方向相同。此绕组结构简单，但实际应用不多，仅作为上例支路调整后的改绕参考。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组线圈整嵌将构成双平面端部结构。嵌线是隔组整嵌，先把1、3、5组嵌入相应槽内，其端部形成同一平面；再嵌2、4、6组于其之上，从而构成双平面结构。嵌线顺序见表4-117。

表4-117 整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下平面	2	7	1	8	18	23	17	24	10	15	9	16
	上平面												
嵌绕次序		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下平面									6	11	5	12
	上平面	22	3	21	4	14	19	13	20				

(4) 绕组端面布接线

如图 4-116 所示。

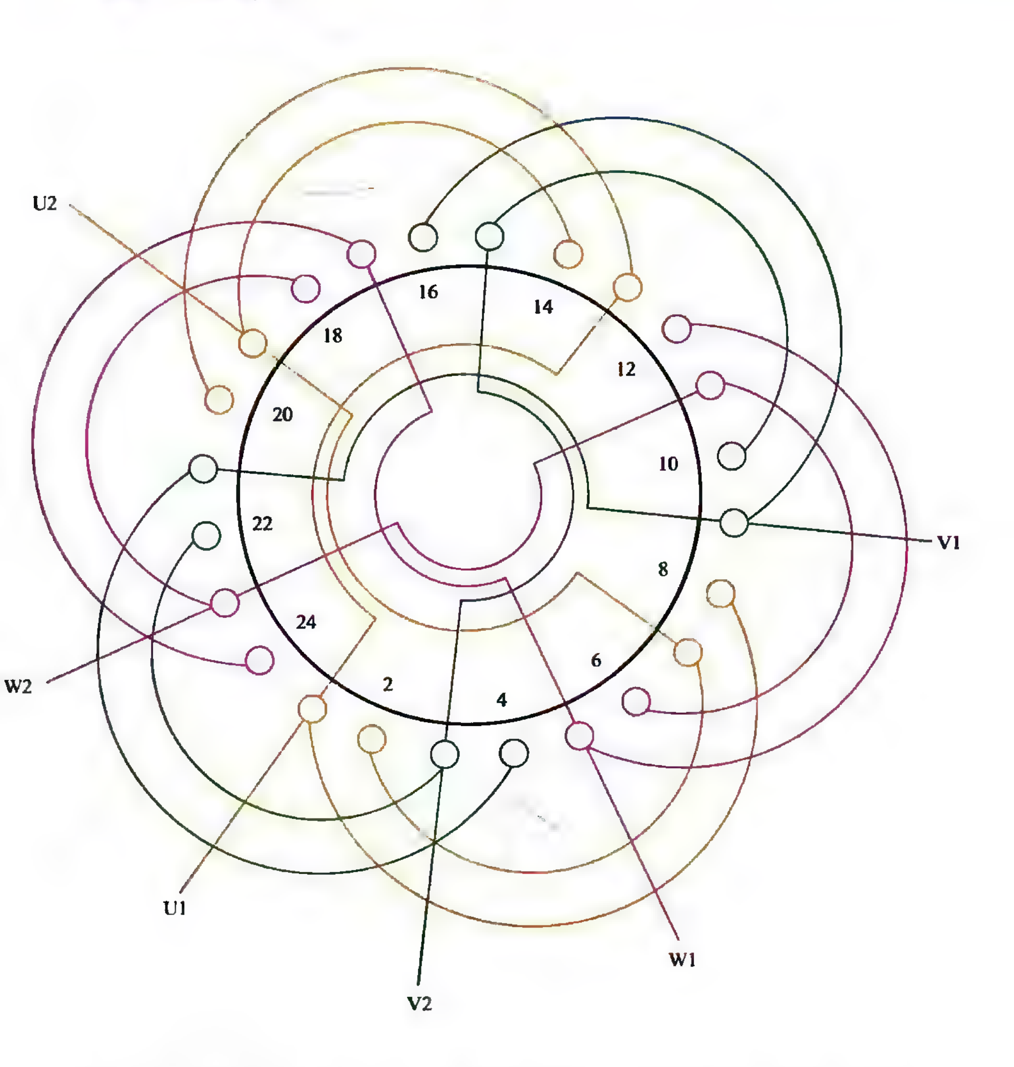


图 4-116　24 槽 4 极（S=2、a=2）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.7.17　24 槽 6 极（$y=4$、$a=1$）三相电动机（分数圈）绕组单层（可分割）叠式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=24$	每组圈数	$S=1$、2	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=1\frac{1}{3}$	线圈节距	$y=4$
总线圈数	$Q=12$	绕组极距	$\tau=4$	绕组系数	$K_{dp}=0.924$
线圈组数	$u=9$	每槽电角	$\alpha=45°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接

本例采用庶极布线，每相由 4 只线圈组成，对称分布在三个单元线圈组中，即其中一单元安排双圈，其余为单圈，但三相的双圈为对称安排。每极相占槽为分数，且每槽电角度为 45°，使三相进线无法满足互差 120°电角度，但三相磁场尚能基本对称，电动机运行并无明显不良影响。此外，绕组总线圈数少，嵌绕工艺简洁方便，还填补了 24 槽定子几十年无 6 极绕组电动机的空白。此绕组主要应用于小型电泵电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可采用整嵌法，分三个单元嵌入，无需吊边，嵌线顺序见表 4-118。

表 4-118　整嵌法

嵌绕次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	4	8	3	7	2	6	1	5	20	24	19	23
嵌绕次序	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	18	22	17	21	12	16	11	15	10	14	9	13

(4) 绕组端面布接线

如图 4-117 所示。

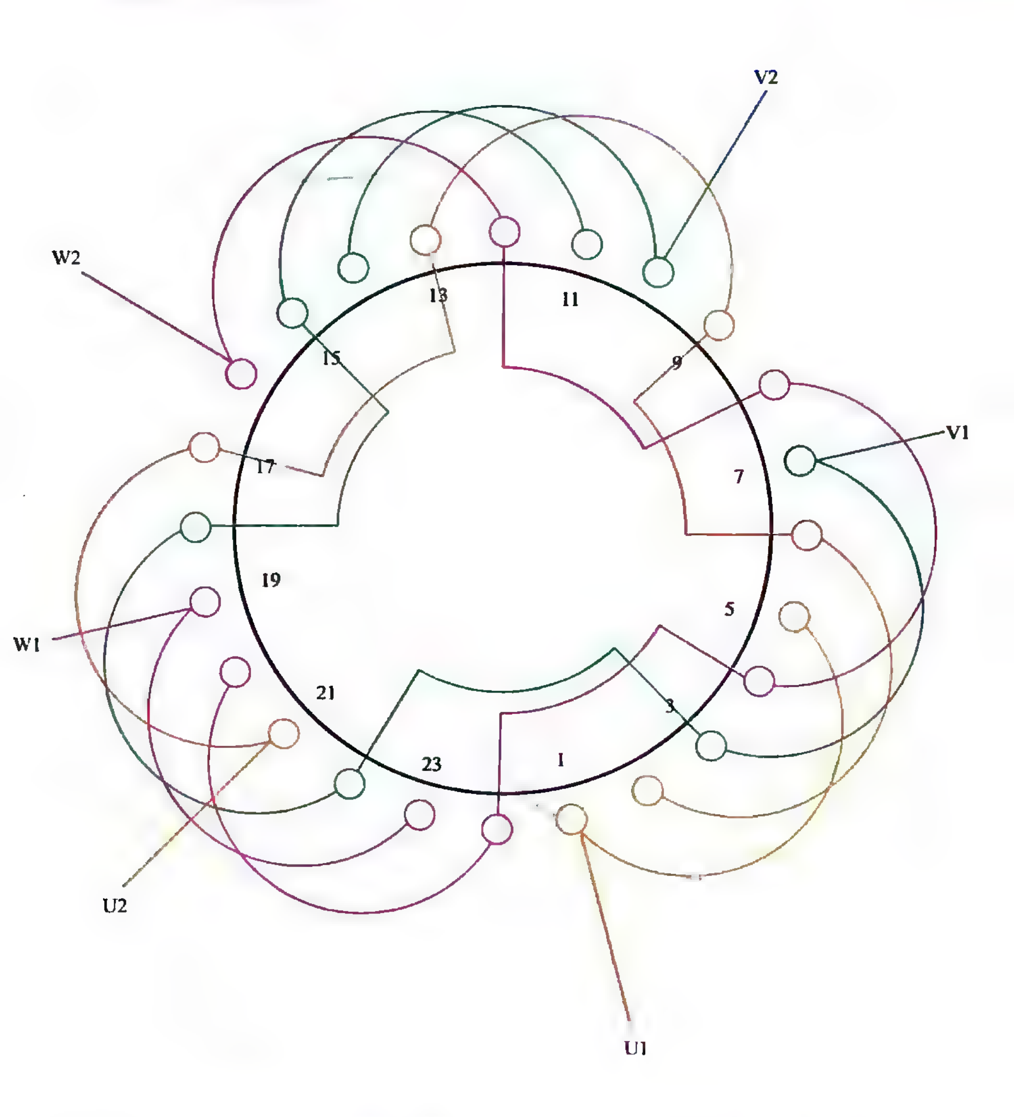


图 4-117　24 槽 6 极（$y=4$、$a=1$）三相电动机（分数圈）绕组单层（可分割）叠式（庶极）布线

4.7.18 24槽8极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=24$　每组圈数 $S=1$　并联路数 $a=1$
电机极数 $2p=8$　极相槽数 $q=1$　线圈节距 $y=3$
总线圈数 $Q=12$　绕组极距 $\tau=3$　绕组系数 $K_{dp}=1$
线圈组数 $u=12$　每槽电角 $\alpha=60°$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是庶极布线，每相8极绕组仅用4只线圈，接线采用顺向串联，即全部线圈极性相同。绕组具有线圈数少，无需槽内层间绝缘，槽面积利用率较高，而且嵌线方便、省工；但国内的一般用途电动机极少采用，而应用仅见于专用电机，如JF01型内燃机整流用低压发电机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线可采用两种方法。

① 交叠法　嵌线时嵌1槽、空1槽后再嵌1槽，再空1槽，吊边数为1。嵌线顺序见表4-119（a）。

表4-119（a）　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	沉边	1	23		21		19		17		15		13		11		9		7		5		3		
	浮边			2		24		22		20		18		16		14		12		10		8		6	4

② 整嵌法　采用整嵌1圈、空1圈，再嵌1圈再空1圈的分层嵌线，构成双平面绕组。嵌线顺序见表4-119（b）。

表4-119（b）　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下平面	1	4	21	24	17	20	13	16	9	12	5	8												
	上平面													3	6	23	2	19	22	15	18	11	14	7	10

(4) 绕组端面布接线

如图 4-118 所示。

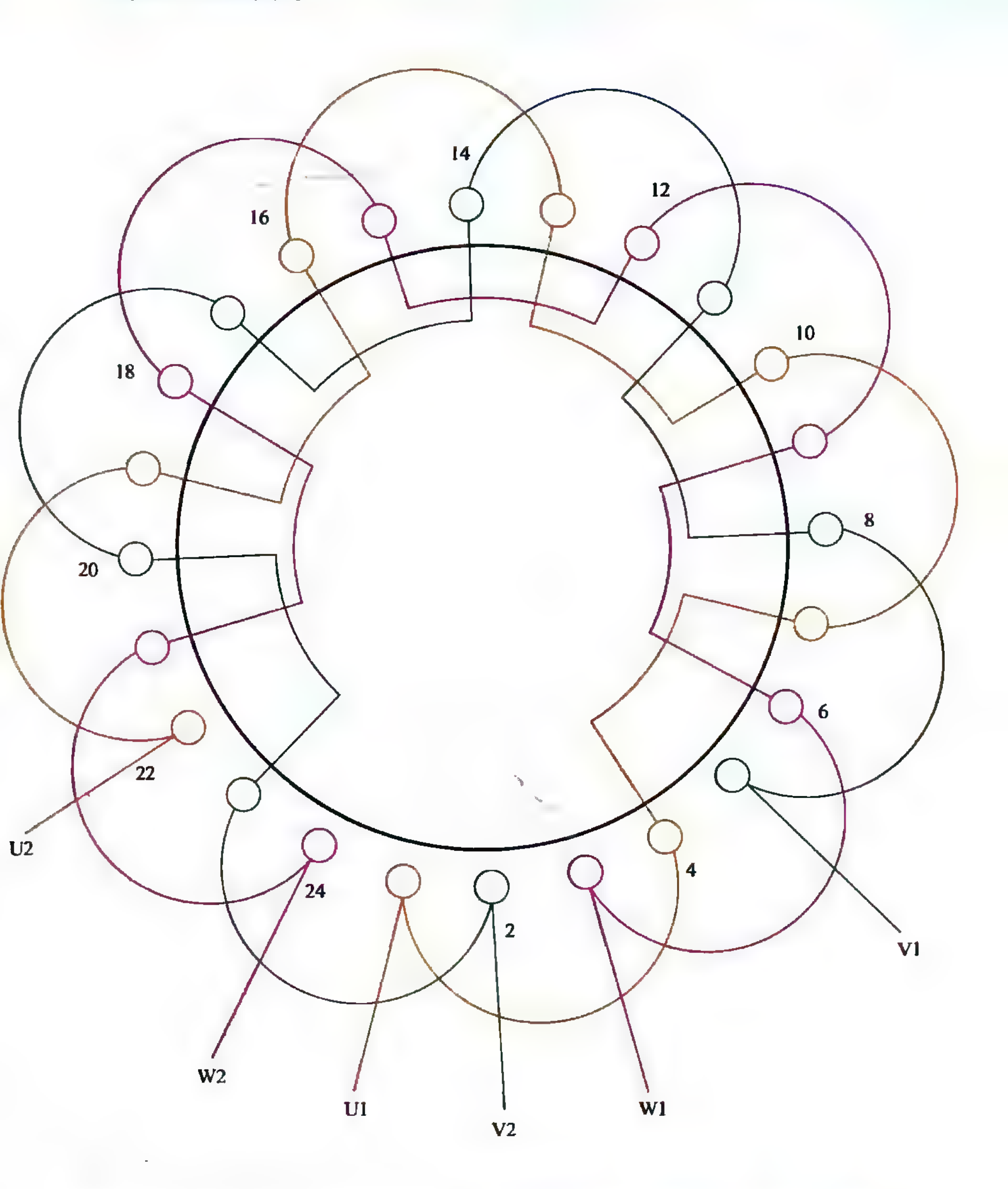


图 4-118　24 槽 8 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

4.8 18（12）槽系列电动机绕组端面布接线图

本节包括 18 槽和 12 槽铁芯。18 槽铁芯在三相系列中属规格最小的品种，主要绕制小功率的 2 极电动机。本节收入 18 槽绕组 8 例，4、6 极绕组各 1 例；而且主要采用单层布线，双叠绕组仅 2 例。

12 槽定子则是三相电动机中最小的规格，由于功率微小，故只应用于微电动机和一些非主流系统的辅助电动机，如配电箱冷却扇、小水泵、小油泵之类的电动机。本节收入共 5 例。

4.8.1 18 槽 2 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=18$　电机极数 $2p=2$　总线圈数 $Q=18$

线圈组数 $u=6$　每组圈数 $S=3$　极相槽数 $q=3$

绕组极距 $\tau=9$　线圈节距 $y=7$　并联路数 $a=1$

每槽电角 $\alpha=20°$　分布系数 $K_d=0.96$　节距系数 $K_p=0.94$

绕组系数 $K_{dp}=0.902$　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是 18 槽 2 极电动机双层布线的典型绕组。采用整数槽分布，每组由 3 只线圈交叠串联而成，每相两组线圈反极性串联，即第 1 组的尾接另一组的尾端，从而确保同相相邻组间反极性的要求。本例引出线 6 根，因此种规格多属于功率微小的分马力电动机，故常接成星（Y）形而引出 3 根电源线；所以，当修理时，可将图中的 U2、V2、W2 在电机内部接成星点包扎好绝缘，然后引出 U1、V1、W1 三根出线。此绕组运行性能优于单层绕组，但嵌线相对难些，所以在标准系列产品中被单层绕组所代替，它主要用于专用微型电动机，如 J3Z-49 电钻、JCL012-2 小型电泵及 JW-06A-2、JW-08B-2 等。

(3) 绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，吊边数为 7。嵌线顺序见表 4-120。

表 4-120　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	18	17	16	15	14	13	12	11		10		9		8		7		6
	上层									18		17		16		15		14	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层		5		4		3		2		1								
	上层	13		12		11		10		9		8	7	6	5	4	3	2	1

(4) 绕组端面布接线

如图 4-119 所示。

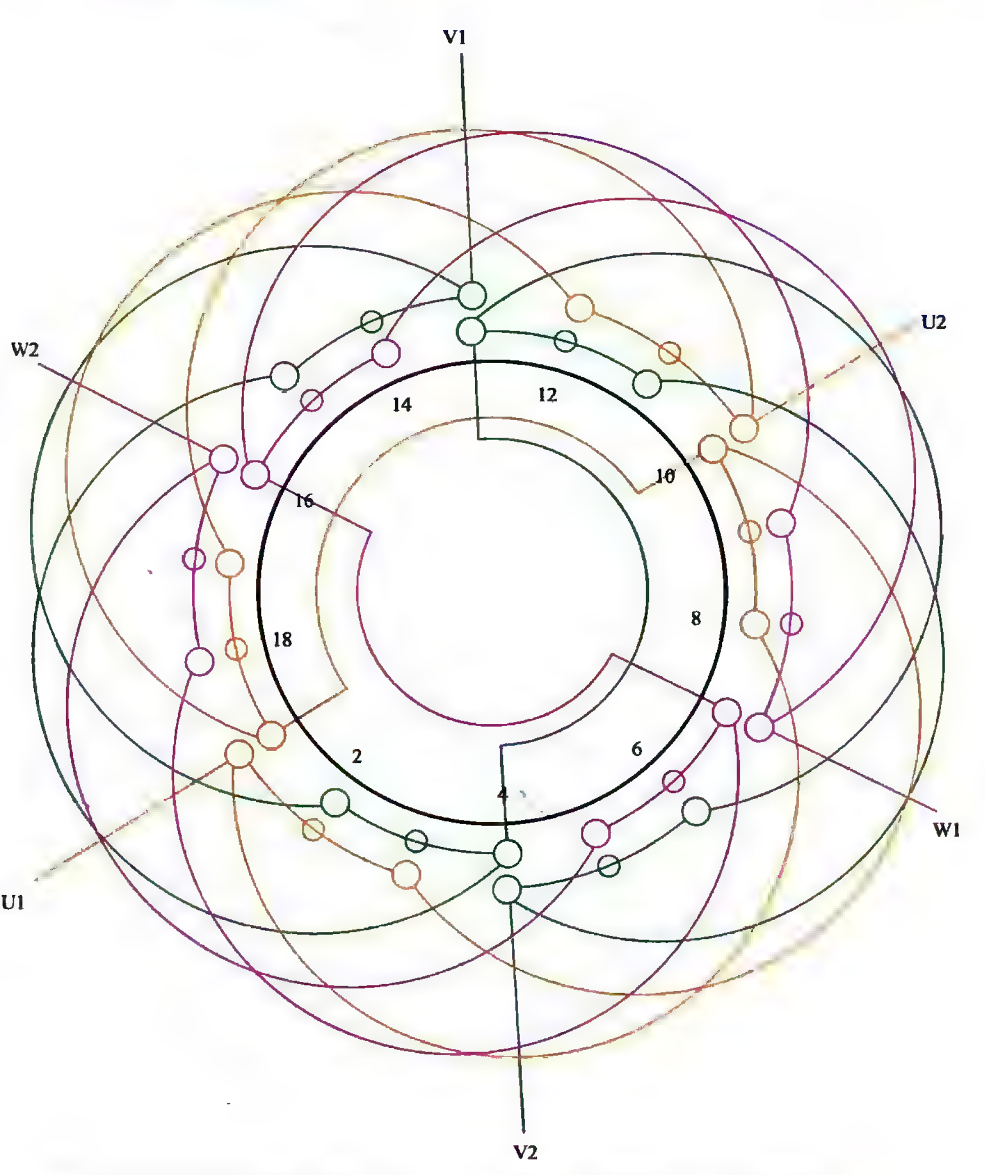


图 4-119　18 槽 2 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.8.2 18槽2极（$y=8$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=18$　　电机极数 $2p=2$

总线圈数 $Q=18$　　线圈组数 $u=6$

每组圈数 $S=3$　　极相槽数 $q=3$

绕组极距 $\tau=9$　　线圈节距 $y=8$

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=20°$

分布系数 $K_d=0.96$　　节距系数 $K_p=0.985$

绕组系数 $K_{dp}=0.946$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组结构特点基本同上例，但选用线圈节距增长1槽，故绕组系数高于上例；但由于18槽定子内腔很小，线圈节距增长后，吊边数也随之增加，对小电动机的嵌线将增加难度，故一般都少应用。主要应用实例有M3L2-950电链锯电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线采用交叠法，吊边数为8。嵌线顺序见表4-121。

表4-121　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	3	2	1	18	17	16	15	14	13		12		11		10		9	
	上层										3		2		1		18		17
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
槽号	下层	8		7		6		5		4									
	上层		16		15		14		13		12	11	10	9	8	7	6	5	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-120 所示。

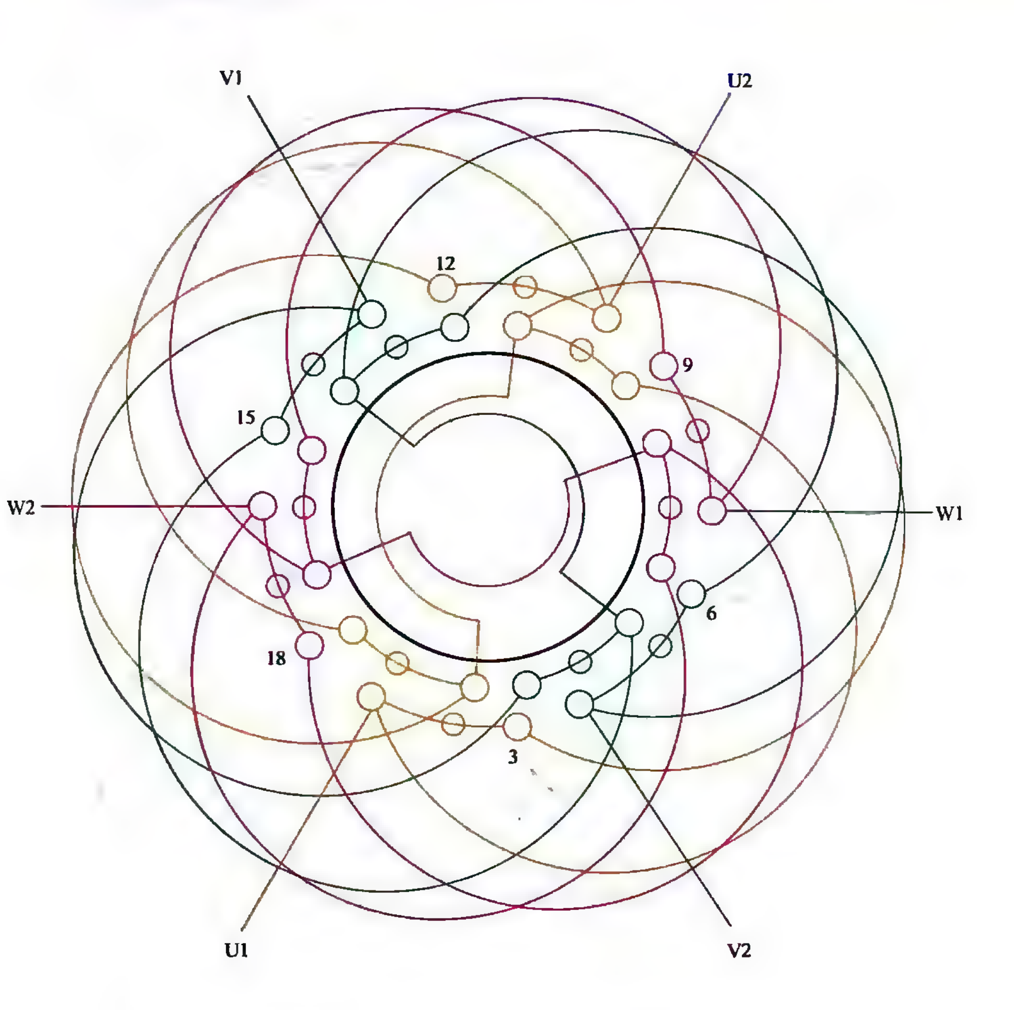


图 4-120　18 槽 2 极（$y=8$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.8.3 18槽2极（$S=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=1$	每组圈数	$S=3$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=3$	线圈节距	$y=11、9、7$
总线圈数	$Q=9$	绕组极距	$\tau=9$	绕组系数	$K_{dp}=0.96$
线圈组数	$u=3$	每槽电角	$\alpha=20°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组系庶极布线，每相只有一线圈组，每组由3只同心线圈组成，无需接线。一般都设计成Y形联结，把星点连接于机内，抽出三根引线，如S3M-38型磨管机用三相异步电动机、B11型平板振动器异步电动机等采用此绕组。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线有两种方法。

① 交叠法　将绕组沉边逐槽嵌入，吊边数为3，第4只线圈开始整嵌，完成后绕组端部比较规整，是定子内腔较大、铁芯长度较短的电机修理首选嵌法。嵌线顺序见表4-122（a）。

表4-122（a）　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	2	1	15		14		13		9		8		7				
	浮边					4		5		6		16		17		18	10	11	12

② 整嵌法　嵌线完成后的绕组端部极不规则，有一相线圈跨于两平面之间。由于嵌线不用吊边，一般只适用于铁芯较长且内腔窄小的定子。嵌线顺序见表4-122（b）。

表4-122（b）　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	3	10	2	11	1	12	15		14		13							
	上平面								4		5		6	9	16	8	17	7	18

(4) 绕组端面布接线

如图 4-121 所示。

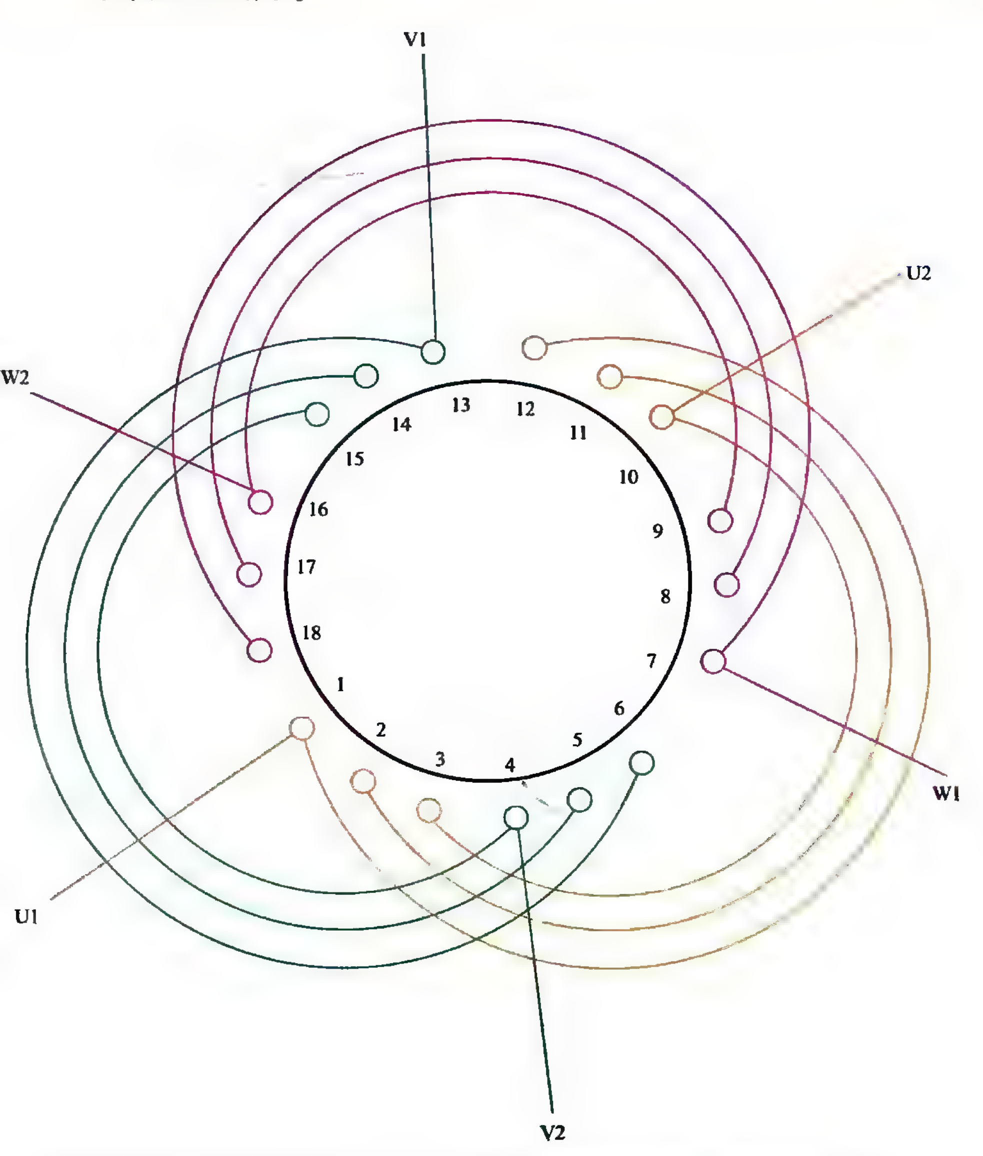


图 4-121　18 槽 2 极（$S=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.8.4 18槽2极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=18$　　每组圈数 $S=1、2$　　并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$　　极相槽数 $q=3$　　线圈节距 $y=8、7$

总线圈数 $Q=9$　　绕组极距 $\tau=9$　　绕组系数 $K_{dp}=0.96$

线圈组数 $u=6$　　每槽电角 $\alpha=20°$　　出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例为显极式不等距布线，大联为节距 $y_D=1—9$ 的双圈；小联是 $y_x=1—8$ 单圈，每相由大、小两联串联而成，两组间的接线是“尾接尾”，使极性相反。此绕组是交叉链绕组的基本型式，应用实例主要是小型电动机，如 Y90S-2、JO2L-11-2 等一般用途电动机；如将绕组接成一路 Y 形，引出 3 根电源线可应用于各种电动工具，如 S3S-100、125、150、3CT-100 等手提砂轮机；S3SR-200 软轴砂轮机；JOSF-200 台式砂轮机；B11 平面振动器等专用电动机。也用于 Z2D-50 直联插入式混凝土振动器三相中频电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例采用交叠法嵌线，因是不等距布线，嵌线从大联（双圈）开始，嵌线顺序见表 4-123（a）；嵌线从小联（单圈）开始则嵌线顺序见表 4-123（b），但吊边数均为 3。

表 4-123（a）　交叠法（双圈始嵌）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	17	14		13		11		8		7		5				
	浮边					4		3		18		16		15		12	10	9	6

表 4-123（b）　交叠法（单圈始嵌）

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	5	2	1	17		14		13		11		8		7				
	浮边					6		4		3		18		16		15	12	10	9

(4) 绕组端面布接线

如图4-122所示。

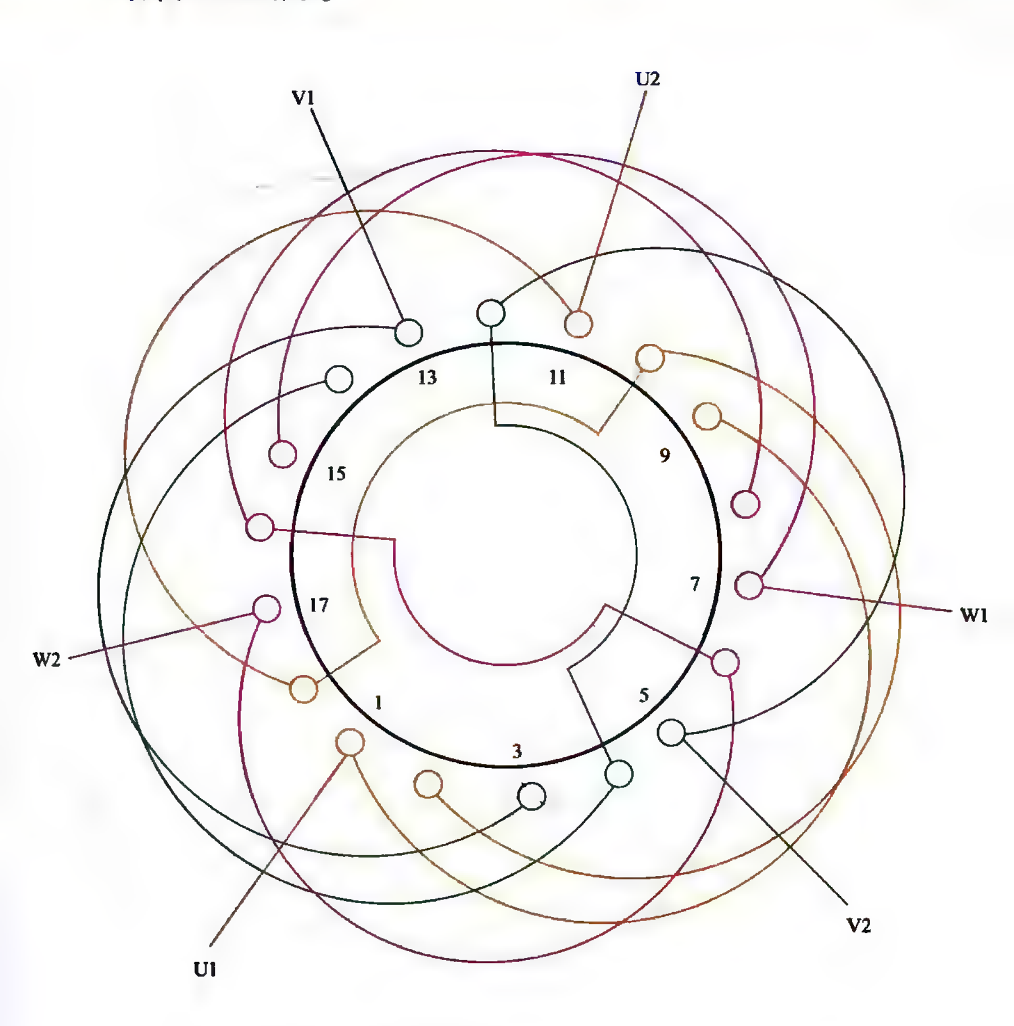


图4-122　18槽2极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式布线

4.8.5 18槽2极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（长等距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数　$Z=18$　　每组圈数　$S=2、1$　　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　　极相槽数　$q=3$　　线圈节距　$y=9$

总线圈数　$Q=9$　　绕组极距　$\tau=9$　　绕组系数　$K_{dp}=0.96$

线圈组数　$u=6$　　每槽电角　$\alpha=20°$　　出线根数　$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用显极式长等距布线，每相有两组线圈，大联为隔槽分布的连绕双线圈（接线图中用端部小半圆表示），小联是单圈，所有线圈的浮边和沉边在槽外交叠。两组线圈的接线是反向串联。此绕组唯一优点就是全部线圈节距一样而可用同一规格的线模绕制，但线圈节距等于极距，使绕组用线量增加，有功损耗也相应增大，而且嵌线吊边数也比上例多1边，对小电动机嵌线工艺十分不利，故目前较少应用。曾见用于JCB-22型小功率电泵电动机和Z2D-80型、Z2D-100型直联插入式混凝土振动器三相中频异步电动机。

(3) 绕组嵌绕方法

本例是长等距交叉式绕组，一般只用交叠法嵌线，不论先嵌大联或单联，方法都是嵌1槽，退空1槽嵌1槽，吊边数为4。嵌线顺序见表4-124。

表4-124　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	1	17	15	13		11		9		7		5					
	浮边						4		2		18		16		14	12	10	8	6

(4) 绕组端面布接线

如图 4-123 所示。

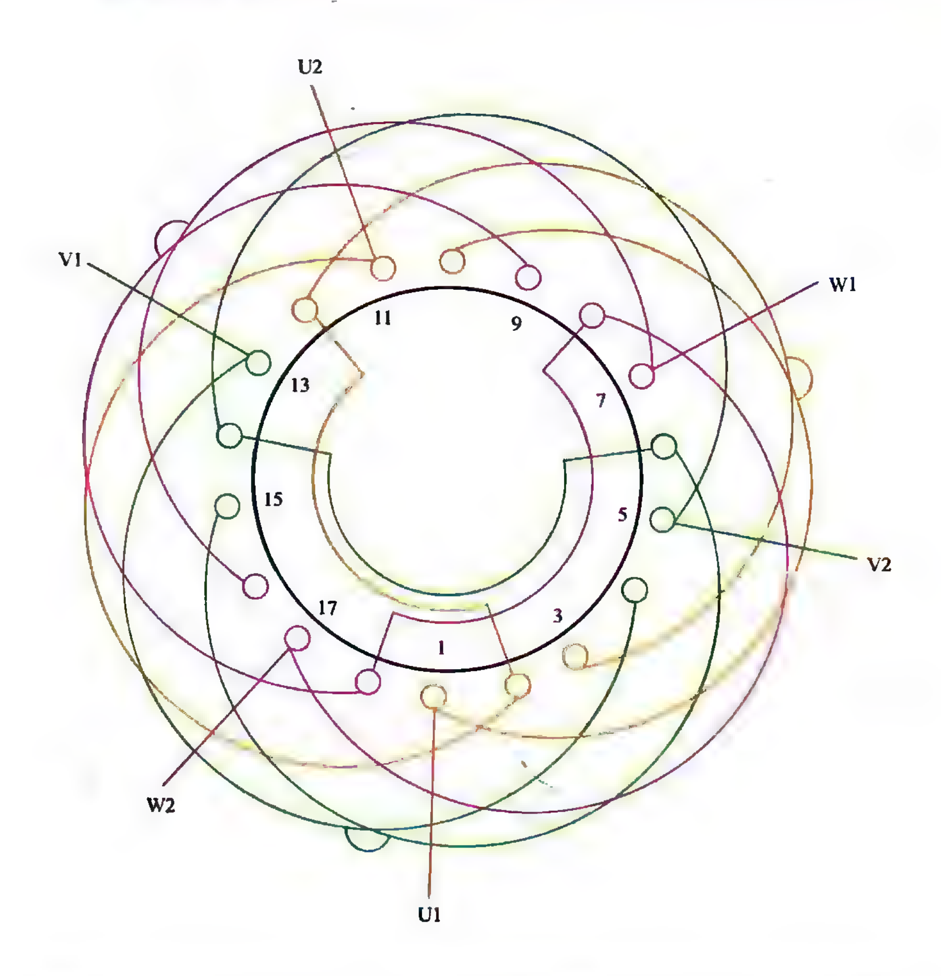


图 4-123　18 槽 2 极（$y=9$、$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（长等距）布线

4.8.6 18槽2极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（短等距）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=18$	每组圈数	$S=2、1$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=2$	极相槽数	$q=3$	线圈节距	$y=7$
总线圈数	$Q=9$	绕组极距	$\tau=9$	绕组系数	$K_{dp}=0.852$
线圈组数	$u=6$	每槽电角	$\alpha=20°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例是显极布线，每组由单、双圈构成，但双圈组的两只线圈有效边不是相邻的，而是隔开1槽安排，中间的槽则安排其他相线圈边，使绕组成为具有不连续的相带，也称散布绕组。此绕组的特点如下：

① 全部线圈采用等节距布线；

② 嵌线吊边数较普通单层交叉式绕组少1槽，便于嵌线；

③ 节距缩短可使线材较省，但绕组系数也随之降低；

④ 由于相带断续产生不对称磁势，使绕组附加损耗增加，有损电动机性能。

此绕组实际应用不多，用于DB-25型电泵小功率电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组一般采用交叠法嵌线，但需暂时吊起3个边。嵌线规律是：嵌入1槽，退空1槽，再嵌1槽，再退空1槽。嵌线顺序见表4-125。

表4-125 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	3	1	17	15		13		11		9		7		5				
	浮边					4		2		18		16		14		12	10	8	6

(4) 绕组端面布接线

如图 4-124 所示。

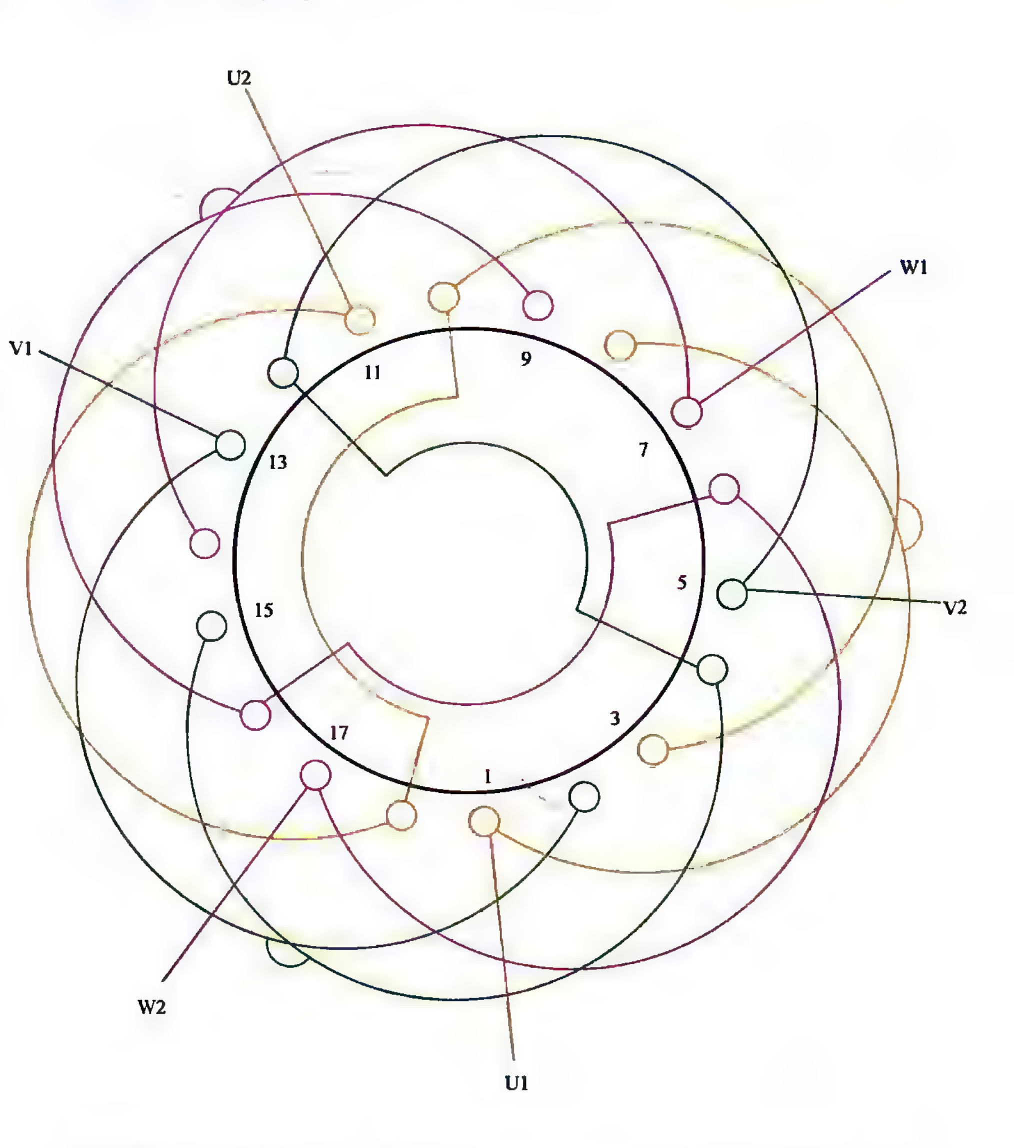


图 4-124　18 槽 2 极（$y=7$、$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（短等距）布线

4.8.7 18 槽 4 极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=18$　　电机极数 $2p=4$

总线圈数 $Q=9$　　线圈组数 $u=6$

每组圈数 $S=2$、1　　极相槽数 $q=1\frac{1}{2}$

绕组极距 $\tau=4\frac{1}{2}$　　线圈节距 $y=4$、5

并联路数 $a=1$　　每槽电角 $\alpha=60°$

绕组系数 $K_{dp}=0.96$　　出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本绕组由大小联线圈组成，大联是交叠双圈，节距 $y_D=4$；小联为单圈，节距 $y_x=5$。因绕组是庶极布线，所以每相只有单圈和双圈两组按同极性串联，从而构成 4 极，即接线时“尾与头”相接。本例绕组线圈组数少，嵌线时采用整嵌法更显得简便，且省工时而具有较好的工艺性。此绕组在国外产品中时有应用，但国内极为罕见。曾见用于 JWO7A-4 型小功率三相异步电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例为不等距庶极布线，嵌线方法可有两种。

① 交叠法　嵌线吊边数为 2，如从双圈始嵌则嵌线顺序见表 4-126 (a)。

表 4-126 (a)　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	2	1	16		14		13		10		8		7		4			
	浮边				3		18		17		15		12		11		9	6	5

② 整嵌法　先嵌双圈组构成下平面，再嵌单圈于其上，无需吊边，见表 4-126 (b)。

表 4-126 (b)　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下平面	2	6	1	5	14	18	13	17	8	12	7	11						
	上平面													4	9	16	3	10	15

(4) 绕组端面布接线

如图 4-125 所示。

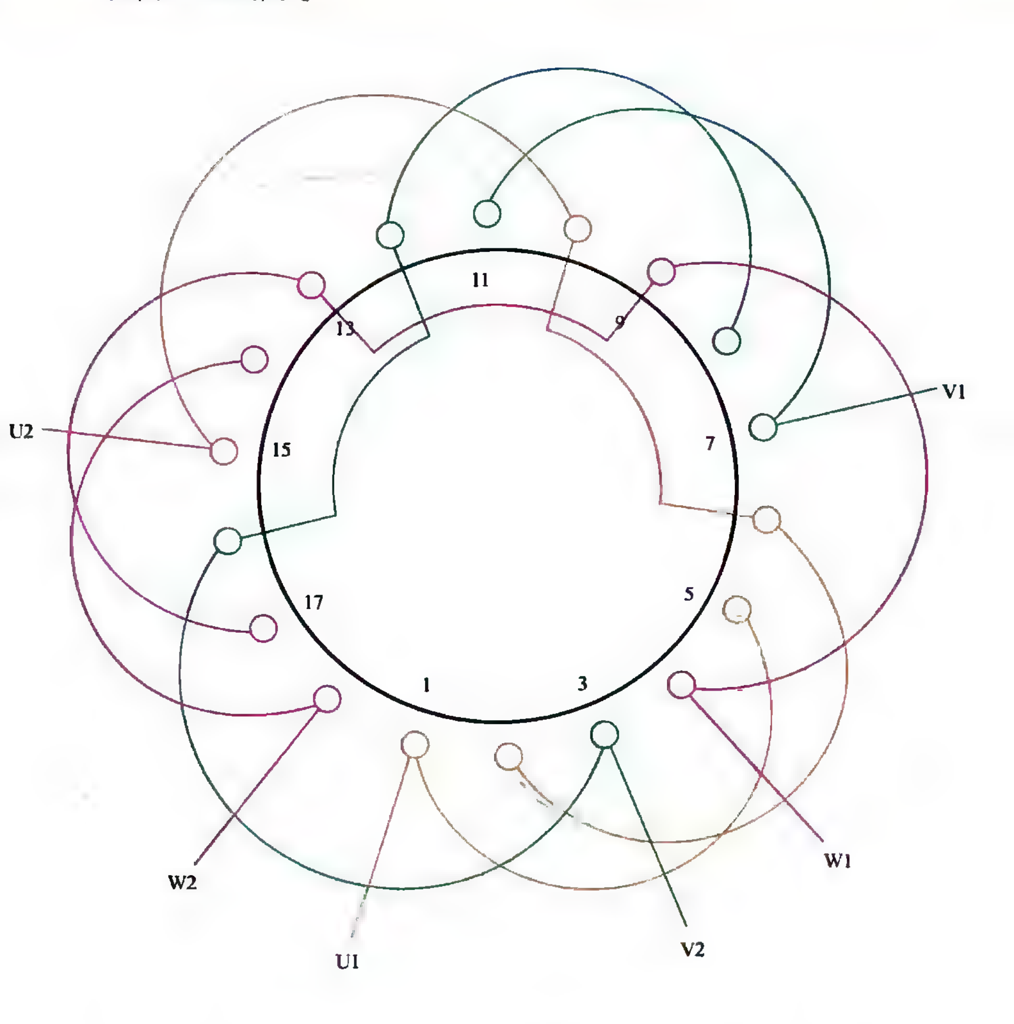


图 4-125　18 槽 4 极（$a=1$）三相电动机绕组单层交叉式（庶极）布线

4.8.8 18槽6极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数	$Z=18$	每组圈数	$S=1$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=6$	极相槽数	$q=1$	线圈节距	$y=3$
总线圈数	$Q=9$	绕组极距	$\tau=3$	绕组系数	$K_{dp}=1$
线圈组数	$u=9$	每槽电角	$\alpha=60°$	出线根数	$c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

本例采用庶极布线，每组仅有1只线圈，每相由3只分布互距120°几何角度的线圈构成，线圈间的连接是顺向串联，即“尾与头”相接，使全部线圈端部电流方向（极性）一致。此绕组具有线圈数少、嵌线方便等优点，主要用于厂房通风的小型电动机，如500FTA4-7型、500FTA3-7型等500mm排风扇电动机。

(3) 绕组嵌线方法

本例绕组嵌线本可采用两种方法，但由于q=奇数，采用整嵌法构成双平面绕组则有一线圈跨于两平面上，造成绕组端部变形，不甚美观；也给绝缘带来困难，故一般不予采用。若分相整嵌构成三平面绕组，较之交叠嵌线，并无明显优点，也极少采用，故嵌线时多用交叠法。这时吊边数仅为1，从第2个线圈开始整嵌，嵌线顺序见表4-127。

表 4-127 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	沉边	1	17		15		13		11		9		7		5		3		
	浮边			2		18		16		14		12		10		8		6	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-126 所示。

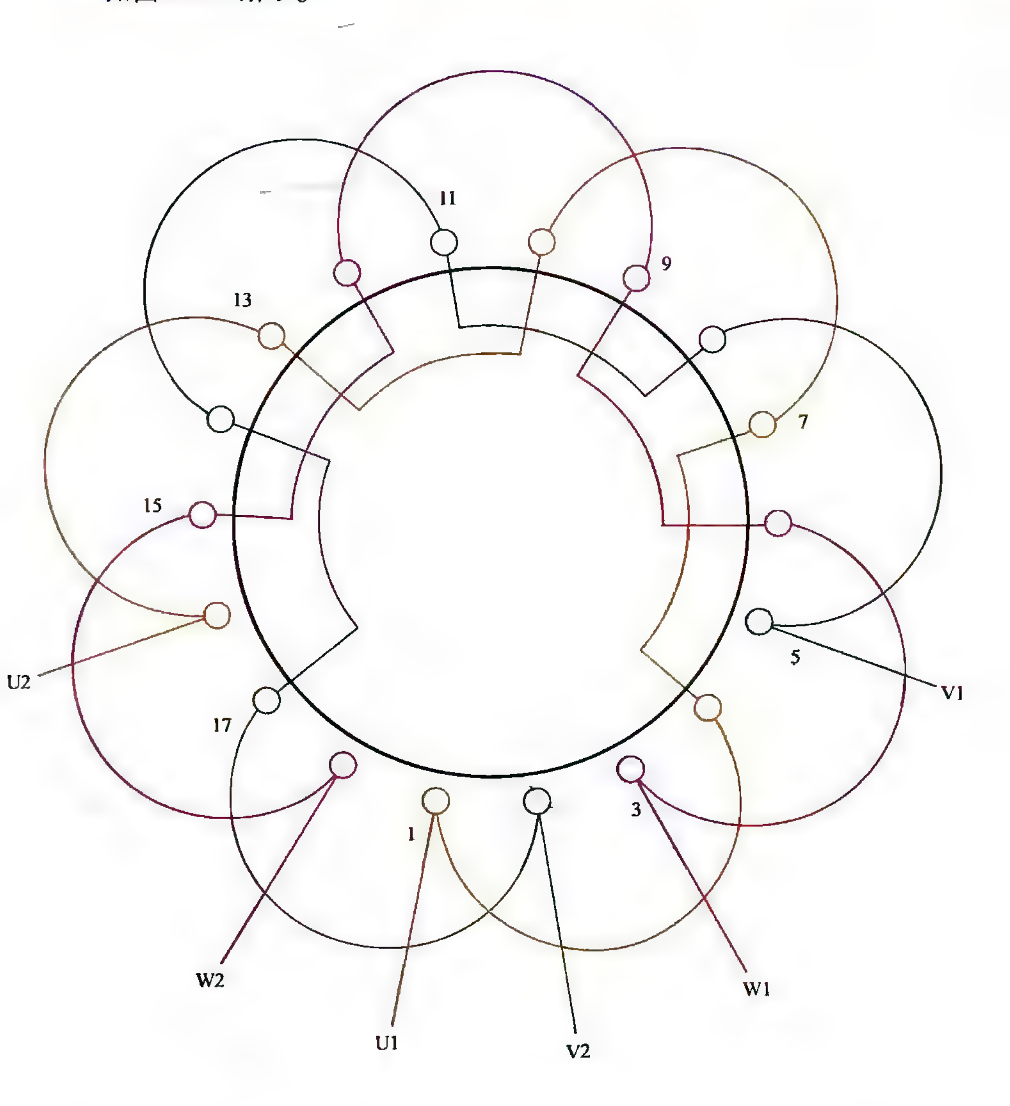


图 4-126　18 槽 6 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

4.8.9 12槽2极（$y=4$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=12$	电机极数	$2p=2$
总线圈数	$Q=12$	线圈组数	$u=6$
每组圈数	$S=2$	极相槽数	$q=2$
绕组极距	$\tau=6$	线圈节距	$y=4$
并联路数	$a=1$	分布系数	$K_d=0.966$
节距系数	$K_p=0.866$	绕组系数	$K_{dp}=0.837$
每槽电角	$\alpha=30°$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

12槽定子是三相系列电动机中最小的铁芯，其输出功率较小，属于微电机类。采用双层短距绕组虽有抑制高次谐波并改善电动机运行性能的优点，但由于铁芯内腔空间狭小，当采用吊边嵌线时将致嵌线操作十分困难。所以目前的正规产品中的12槽电动机都用单层绕组；而只在早期的电动机和非标系列产品才见用双层布线。因此，修理时建议将其改为单层绕组。

此绕组由交叠双圈构成，每相有两组线圈按反极性连接，即进线组的尾端与出线组的尾端相接。为了减少嵌线难度，本例绕组选用较短的线圈节距，但绕组系数很低，反会影响电机性能的发挥。此绕组应用较少，曾修理中见用于AO2-5022三相微电机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组采用交叠法，吊边数为4。嵌线顺序见表4-128。

表4-128 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
槽号	下层	2	1	12	11	10		9		8		7		6		5		4		3					
	上层						2		1		12		11		10		9		8		7	6	5	4	3

(4) 绕组端面布接线

如图 4-127 所示。

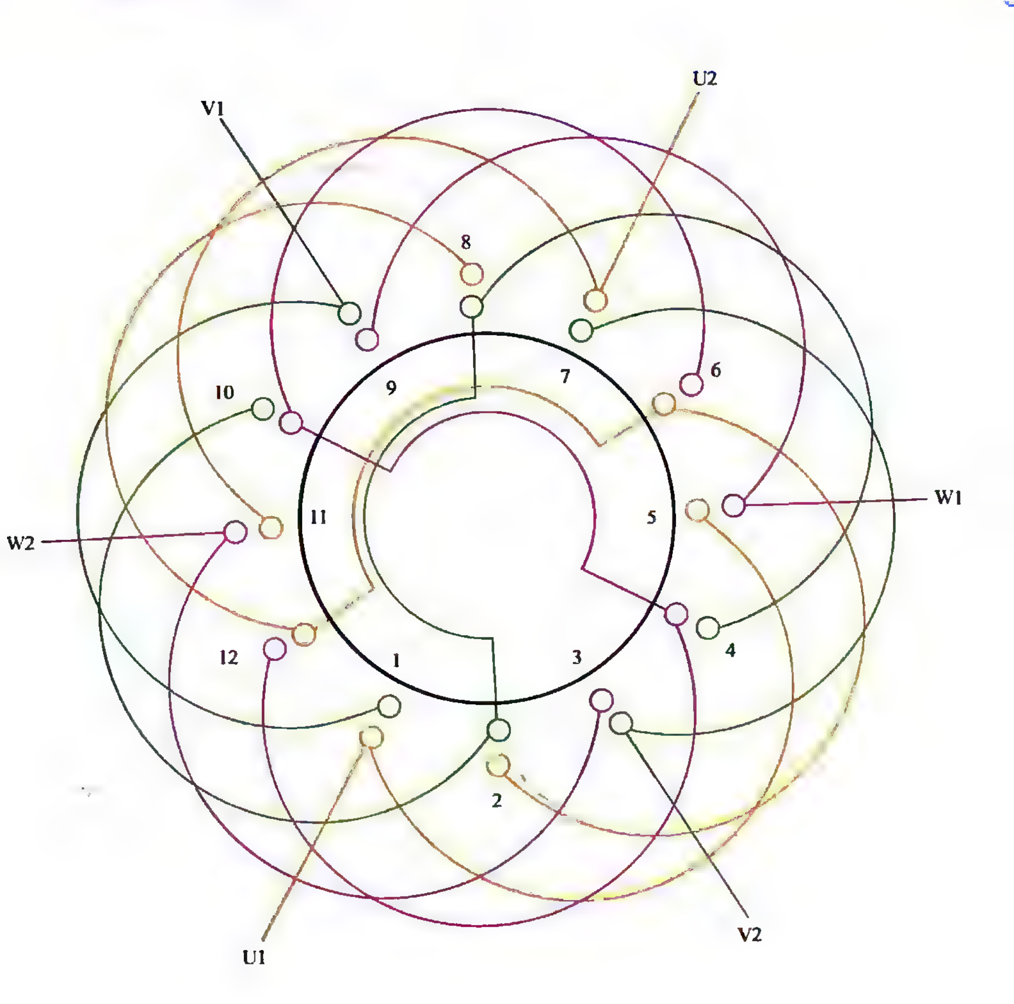


图 4-127　12 槽 2 极（$y=4$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.8.10 12槽2极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

(1) 绕组结构参数

定子槽数 $Z=12$ 每组圈数 $S=2$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=2$ 分布系数 $K_d=0.966$

总线圈数 $Q=12$ 绕组极距 $\tau=6$ 节距系数 $K_p=0.966$

线圈组数 $u=6$ 线圈节距 $y=5$ 绕组系数 $K_{dp}=0.933$

每槽电角 $\alpha=30°$ 出线根数 $c=6$

(2) 绕组布接线特点及应用举例

12槽铁芯是小功率电机，绕组主要特点可参考上例。由于线圈跨距大，采用双层嵌线有一定的工艺困难，但缩短节距可改善运行性能，故仍有少量电机采用。主要应用实例有DBC-25小功率电泵电动机和M2L2-950三相电链锯。

(3) 绕组嵌线方法

本例嵌线采用交叠法，吊边数为5。嵌线顺序见表4-129。

表4-129 交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
槽号	下层	12	11	10	9	8	7		6		5		4		3		2		1
	上层							12		11		10		9		8		7	
嵌绕次序		19	20	21	22	23	24												
槽号	下层																		
	上层	6	5	4	3	2	1												

(4) 绕组端面布接线

如图 4-128 所示。

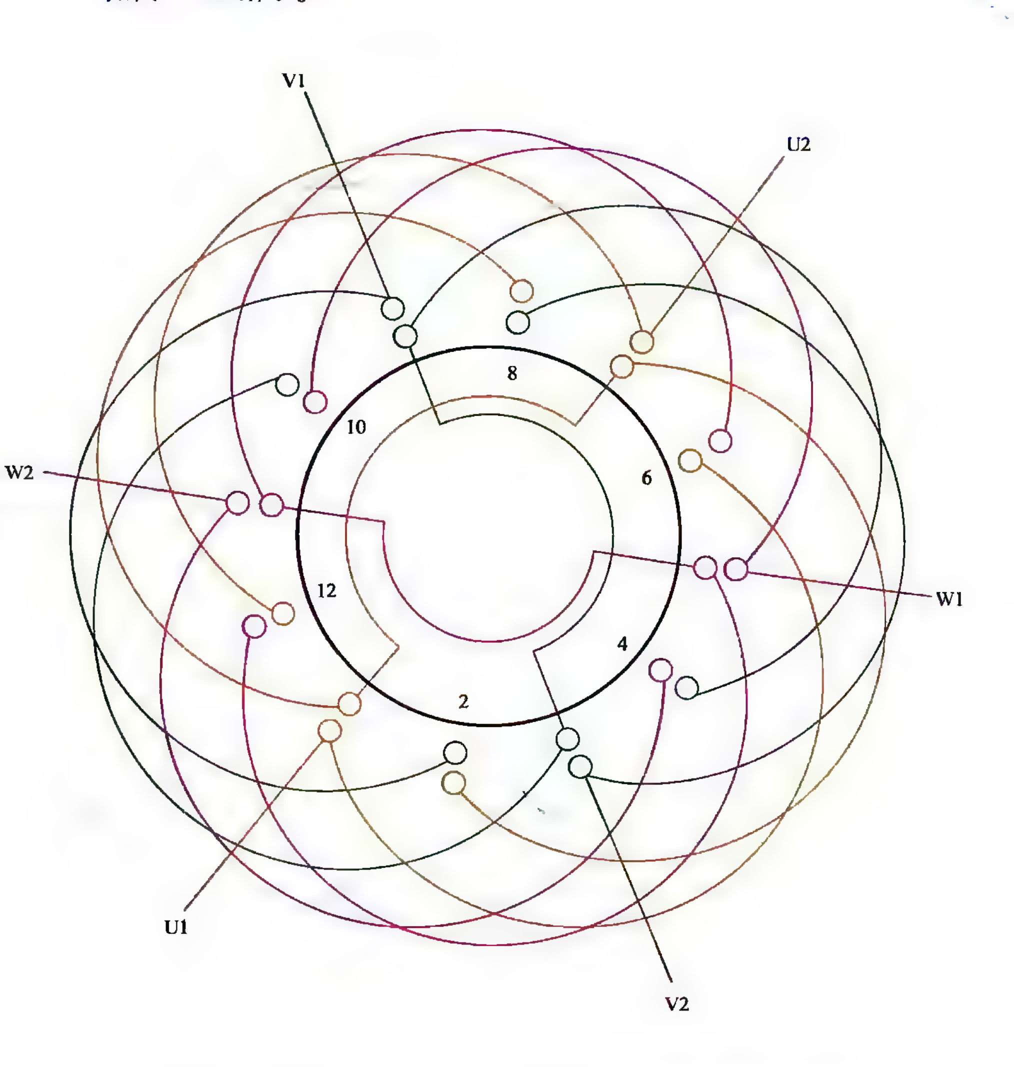


图 4-128　12 槽 2 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组双层叠式布线

4.8.11 12槽2极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式布线

（1）绕组结构参数

定子槽数 $Z=12$ 每组圈数 $S=1$ 并联路数 $a=1$

电机极数 $2p=2$ 极相槽数 $q=2$ 线圈节距 $y=5$

总线圈数 $Q=6$ 绕组极距 $\tau=6$ 绕组系数 $K_{dp}=0.966$

线圈组数 $u=6$ 每槽电角 $\alpha=30°$ 出线根数 $c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例绕组采用显极布线，每组只有一只线圈，每相由两只线圈反接串联而成。此绕组应用于微电机，主要应用实例有AO2-4522型小功率三相异步电动机、DBC-25型电泵用三相小功率电动机等。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组可采用两种方法嵌线。

① 交叠法　此法嵌线的绕组端部比较规整，但需吊边2个。嵌线顺序见表4-130（a）。

表4-130（a）交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	沉边	1	11	9		7		5		3			
	浮边				2		12		10		8	6	4

② 整嵌法　因12槽定子均为微型电机，由于内腔窄小，用交叠法嵌线较困难时，常改用整圈嵌线而形成端部三平面绕组。嵌线顺序见表4-130（b）。

表4-130（b）整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下平面	1	6	7	12								
	中平面					9	2	3	8				
	上平面									5	10	11	4

(4) 绕组端面布接线

如图 4-129 所示。

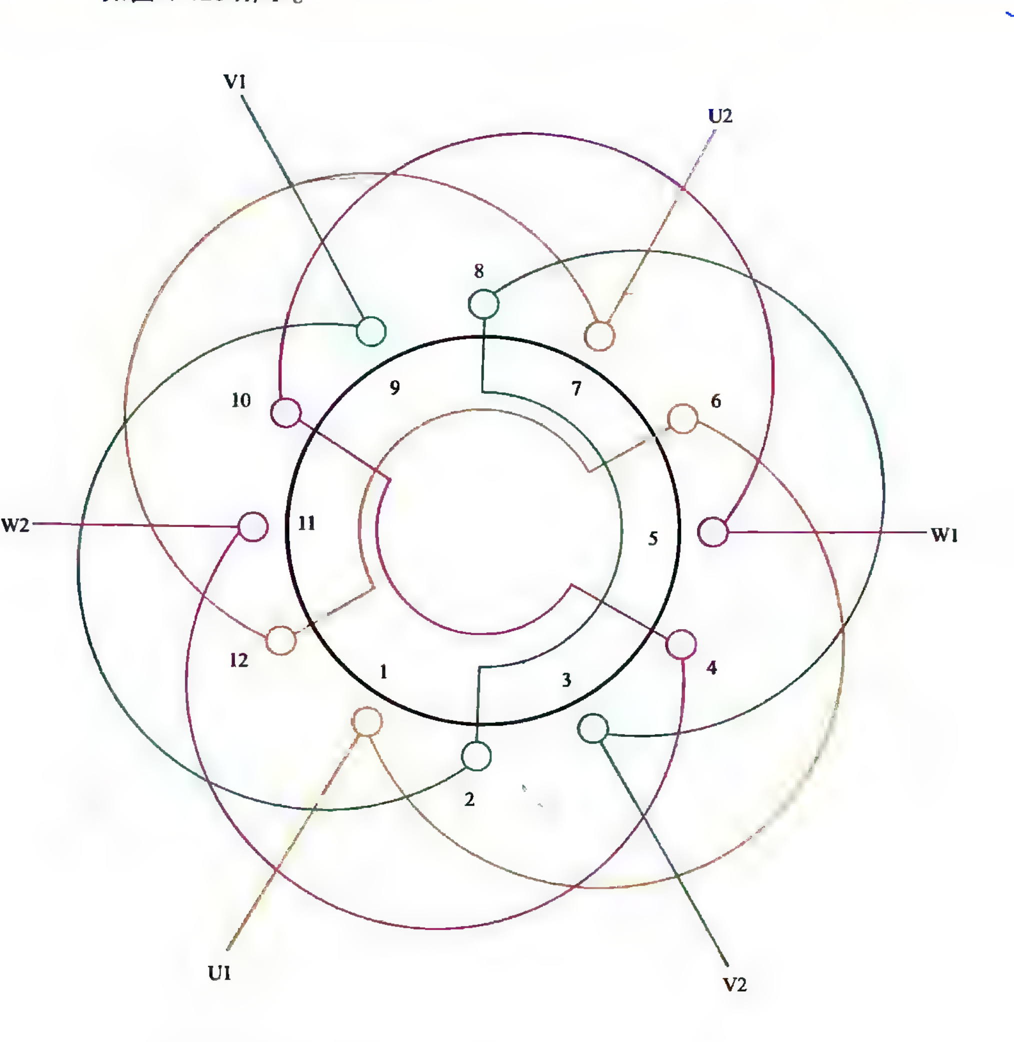


图 4-129　12 槽 2 极（$y=5$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式布线

4.8.12　12槽2极（$S=2$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数　$Z=12$　每组圈数　$S=2$　并联路数　$a=1$

电机极数　$2p=2$　极相槽数　$q=2$　线圈节距　$y=7$、5

总线圈数　$Q=6$　绕组极距　$\tau=6$　绕组系数　$K_{dp}=0.966$

线圈组数　$u=3$　每槽电角　$\alpha=30°$　出线根数　$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例采用庶极布线，整套绕组仅3组线圈，每相由一同心双圈组构成，无需组间接线，只用于小功率电机。本绕组除应用于国产JW-5412系列小功率三相异步电动机外，还见于国外进口设备的油泵电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例绕组可采用交叠法或整嵌法嵌线。

① 交叠法　交叠嵌线的绕组端部比较匀称，但需吊起2边嵌，若定子内孔窄小时会感嵌线困难。嵌线顺序见表4-131（a）。

表4-131（a）　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	沉边	2	1	10		9		6		5			
	浮边				3		4		11		12	8	7

② 整嵌法　一般只应用于定子内腔狭窄的微电机上。嵌线时是分相整圈嵌入，无需吊边，但绕组端部既不能形成双平面，又不能形成三平面而出现跨于上下平面之间的变形线圈组，使端部层次不分明，且极不美观。嵌线顺序见表4-131（b）。

表4-131（b）　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下平面	2	7	1	8		11		12				
	上平面					6		5		3	10	4	9

(4) 绕组端面布接线

如图 4-130 所示。

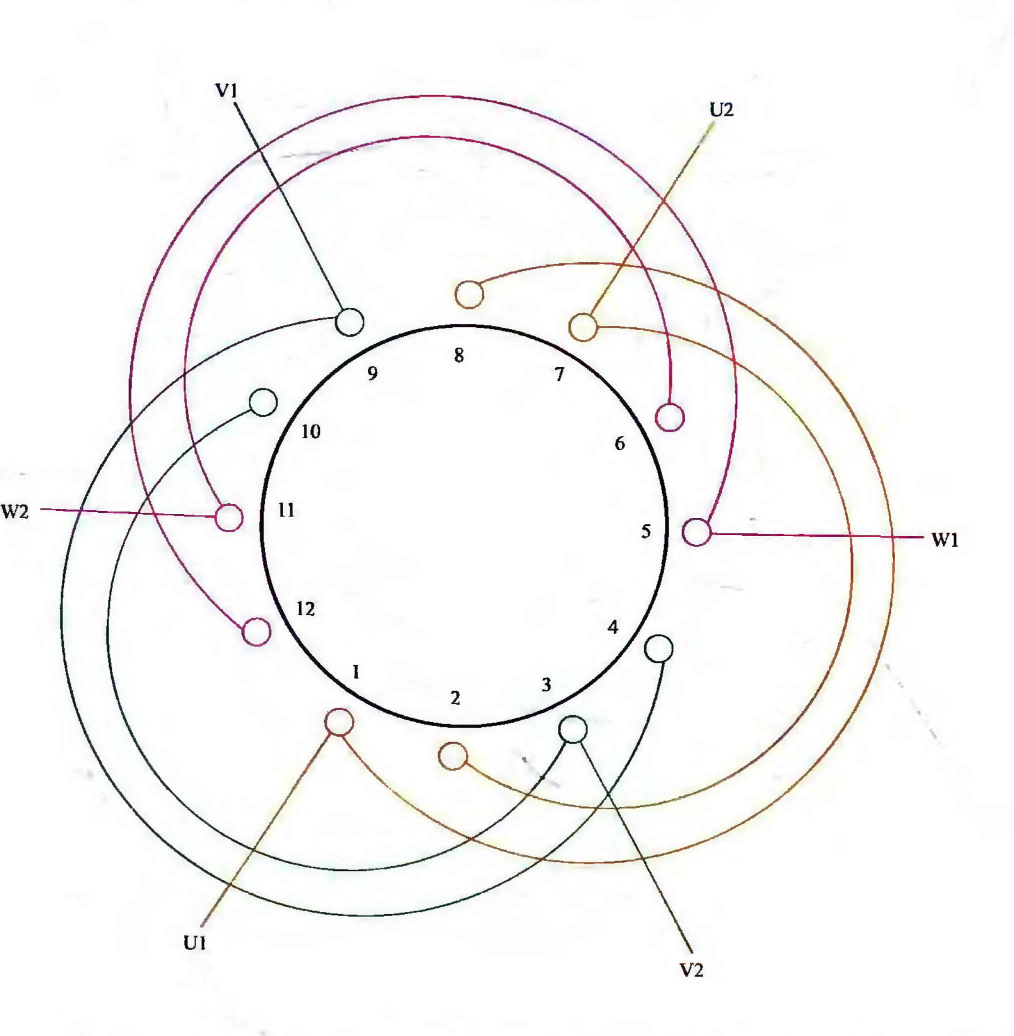


图 4-130　12 槽 2 极（$S=2$、$a=1$）三相电动机绕组单层同心式（庶极）布线

4.8.13　12 槽 4 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

（1）绕组结构参数

定子槽数	$Z=12$	每组圈数	$S=1$	并联路数	$a=1$
电机极数	$2p=4$	极相槽数	$q=1$	线圈节距	$y=3$
总线圈数	$Q=6$	绕组极距	$\tau=3$	绕组系数	$K_{dp}=1$
线圈组数	$u=6$	每槽电角	$\alpha=60^\circ$	出线根数	$c=6$

（2）绕组布接线特点及应用举例

本例为庶极布线，每相由 2 只线圈（组）构成，同相两线圈（组）间接线为顺向串联，即“尾与头”相接，使所有线圈端部的电流方向相同。由于线圈数少，嵌线方便，但仅应用于功率很小的电机，主要应用实例有 400FA3-4 型、400FTA8-4 型等 400mm 排风扇电动机。

（3）绕组嵌线方法

本例由于线圈特少，两种嵌线工艺均可采用。

① 交叠法　嵌线时，嵌 1 槽隔空 1 槽，再嵌 1 槽，吊边数 1。嵌线顺序见表 4-132（a）。

表 4-132（a）　交叠法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	沉边	1	11		9		7		5		3		
	浮边			2		12		10		8		6	4

② 整嵌法　嵌线时，整嵌 1 线圈，隔开一线圈再嵌 1 线圈，无需吊边，嵌线顺序见表 4-132（b）。

表 4-132（b）　整嵌法

嵌绕次序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
槽号	下平面	1	4	9	12	5	8						
	上平面							3	6	11	2	7	10

(4) 绕组端面布接线

如图 4-131 所示。

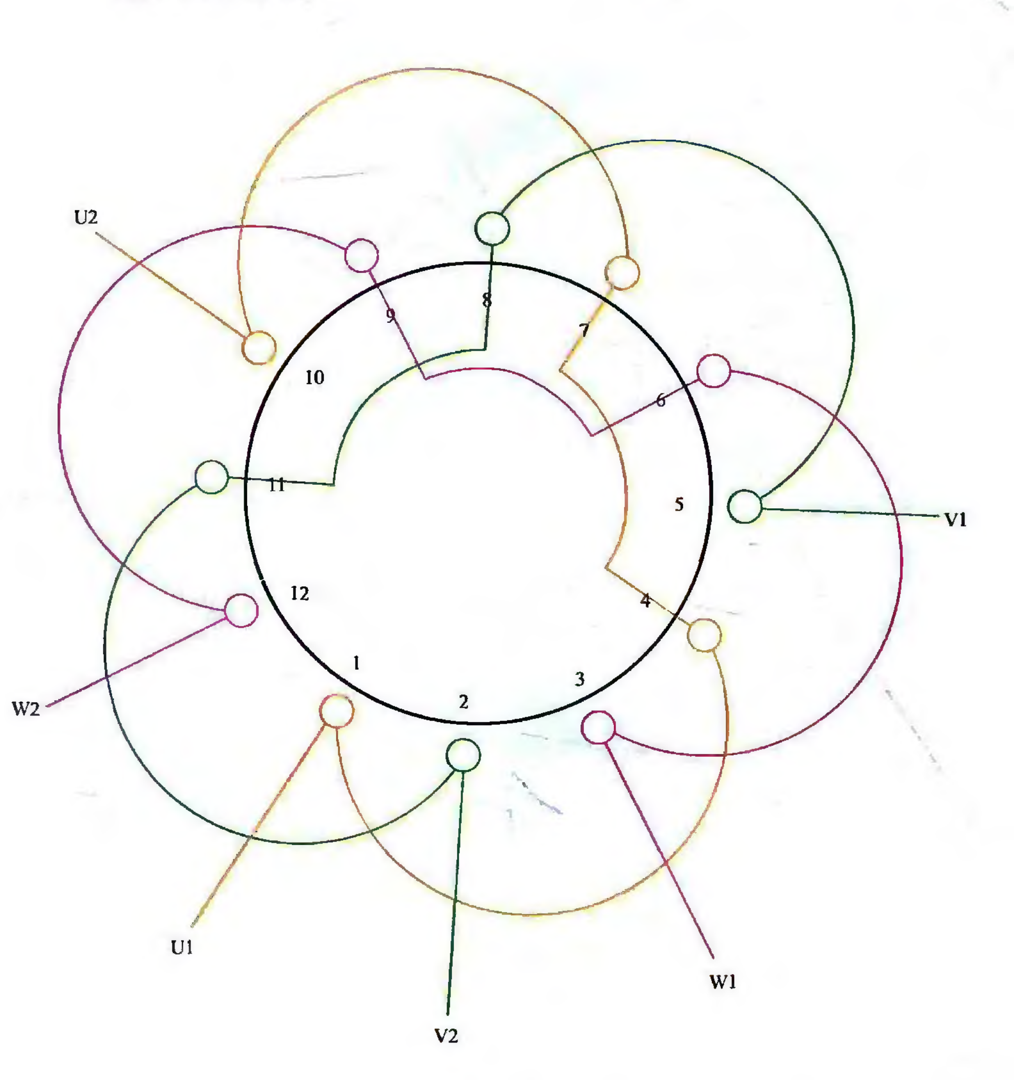


图 4-131 12 槽 4 极（$y=3$、$a=1$）三相电动机绕组单层链式（庶极）布线

电机绕组端面

模拟彩图总集 第一分册

三相常规系列电动机·高压电动机

《电机绕组端面模拟彩图总集》共四个分册。

本丛书特点：

- 采用与定子绕组实物端面接近的画法，并配以相色线条，绕组图清晰明了，拿来就用。
- 每章节有综合介绍，每例配有绕组结构参数、嵌线要点及绕组结构特点等文字说明，简要易懂。
- 集畅销经典图书之精华，并作改进完善再重新绘制，是绕组原创画法图集。

本书为第一分册，收入国产常规（380V)系列电动机和高压电动机绕组共计271例。

本书是电机维修人员的必备工具书，也可供大专院校相关专业师生参考。



ISBN 978-7-122-24795-7